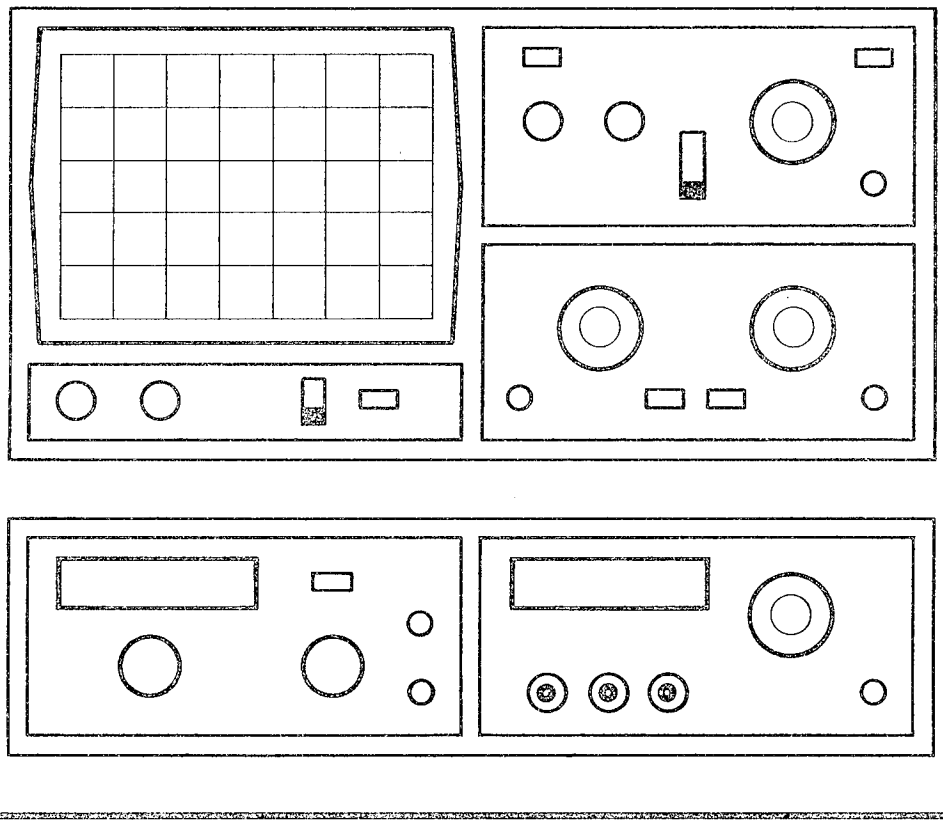
HAMEG
Instruments

MANUAL

Oszilloskop
HM604-2



Oszilloskop HM 604-2

Oszilloskop-Datenblatt
mit technischen Einzelheiten ..... P 1

Bedienungsanleitung
Allgemeine Hinweise ..... M 1
Aufstellung des Gerätes ..... M 1
Sicherheit ..... M 1
Betriebsbedingungen ..... M 1
Garantie ..... M 2
Wartung ..... M 2
Netzspannungsumschaltung ..... M 2
Art der Signalspannung ..... M 3
Größe der Signalspannung ..... M 3
Zeitwerte der Signalspannung ..... M 4
Anlegen der Signalspannung ..... M 6
Bedienung ..... M 7
Inbetriebnahme und Voreinstellungen ..... M 7
Strahldrehung TR ..... M 8
Teilerschalter-Offset ..... M 8
Tastkopf-Abgleich und Anwendung ..... M 8
Abgleich 1kHz, Abgleich 1MHz ..... M 8
Betriebsarten der Vertikalverstärker M10
XY-Betrieb
Phasenvergleich mit Lissajous-Figur M10
Phasendifferenz-Messung im Zweikanalbetrieb M11
Messung einer Amplitudenmodulation M11
Triggerung und Zeitablenkung M12
TV-Triggerung M13
Arbeitsweise der variablen Hold-Off-Zeit M13
Trigger-Anzeige M14
Ablenkverzögerung, After Delay Triggerung M14
Delay-Anzeige M16
Komponenten-Test M16
Sägezahn-Ausgang M17
Y-Ausgang M17
Testbilder M18

Kurzanleitung ..... K 1
Bedienungselemente
mit herausklappbarem Frontbild ..... K 2

Testplan
Allgemeines ..... T 1
Strahlröhre: Helligkeit und Schärfe,
Linearität, Rasterverzeichnung ..... T 1
Astigmatismuskontrolle ..... T 1
Symmetrie und Drift des Vertikalverstärkers .. T 1
Kalibration des Vertikalverstärkers ..... T 1
Übertragungsgüte des Vertikalverstärkers ..... T 2
Betriebsarten: CH.I/II, DUAL, ADD, CHOP.,
INVERT- und XY-Betrieb ..... T 2
Kontrolle Triggerung ..... T 3
Zeitablenkung ..... T 3
Ablenkverzögerung ..... T 4
Komponenten-Tester ..... T 4
Korrektur der Strahllage ..... T 3
Sonstiges ..... T 4

Service-Kurzanleitung
Allgemeines ..... S 1
Öffnen des Gerätes ..... S 1
Betriebsspannungen ..... S 1
Minimale Helligkeit ..... S 1
Astigmatismus ..... S 1
Abgleich ..... S 1

Blockschaltbild
Schaltbilder
Bestückungspläne

Technische Daten

Vertikal-Ablenkung

Betriebsarten: Kanal I oder Kanal II einzeln, Kanal I und II alternierend oder chop. (Chopperfrequenz ca. 0,5MHz).
Summe od. **Differenz** von K I und K II, (beide Kanäle invertierbar).
XY-Betrieb über Kanal I und Kanal II.
Frequenzbereich: 2xDC bis 60MHz (–3dB)
Anstiegszeit: <5,8ns.
Überschwingen: max. 1%.
Ablenkkoeffizienten: 12 kalibrierte Stellungen von 2mV/cm bis 10V/cm mit 1-2-5 Teilung, ±3% variabel 2,5:1 bis mindestens 25V/cm.
Eingangsimpedanz: 1MΩ II 20pF.
Eingangskopplung: DC-AC-GD.
Eingangsspannung: max. 400V (DC + Spitze AC).
Y-Ausgang von K I od. K II: ca. 50mV$_{ss}$/cm an 50Ω.
Verzögerungsleitung: ca. 90ns.

Triggerung

Mit Automatik: **10Hz-100MHz** (ab 5mm Bildh.).
Normal mit Pegeleinstellung von **DC-100MHz**.
Flankenrichtung: positiv oder negativ,
LED-Anzeige für Triggereinsatz.
Quellen: KI, KII, alternierend KI/KII, Netz, extern.
Kopplung: **AC** (≥10Hz bis ca. 20MHz), **DC**,
LF (DC bis ≤50kHz),
HF (≥50kHz bis 100MHz).
Triggerschwelle: extern ≥50mV.
TV-Sync-Separator für Zeile und Bild, pos., neg.
Field Selector für 1. und 2. Halbbild.
2. Triggerung (Del. Trig.): automatisch und flankengesteuert (unabhängig von der Flankenrichtung), ±Wahl in Verbindung mit TV-Separator.
Triggerschwelle: 1cm; typisch 0,5cm.
Triggerbandbreite: ≤25Hz bis 60MHz.

Horizontal-Ablenkung

Zeitkoeffizienten: 23 kalibrierte Stellungen von 50ns/cm bis 1s/cm mit 1-2-5 Teilung, variabel 2,5:1 bis mindestens 2,5s/cm, Genauigkeit der kalibrierten Stellungen: ±3%. mit **X-Dehnung x10** (±5%) bis 5ns/cm.
Hold-off-Zeit: variabel (≥5:1).
Ablenkverzögerung (Delay): 7 dekad. Stellungen von 100ns bis 0,1s, variabel ca. 10:1 bis 1s.
Bandbreite X-Verstärker: 0-5MHz (–3dB).
Eingang X-Verst. über Kanal II,
Empfindlichkeiten wie K II.
X-Y-Phasendifferenz: <3° unter 120kHz.
Sägezahnausgang: ca. 5V pos. steigend.

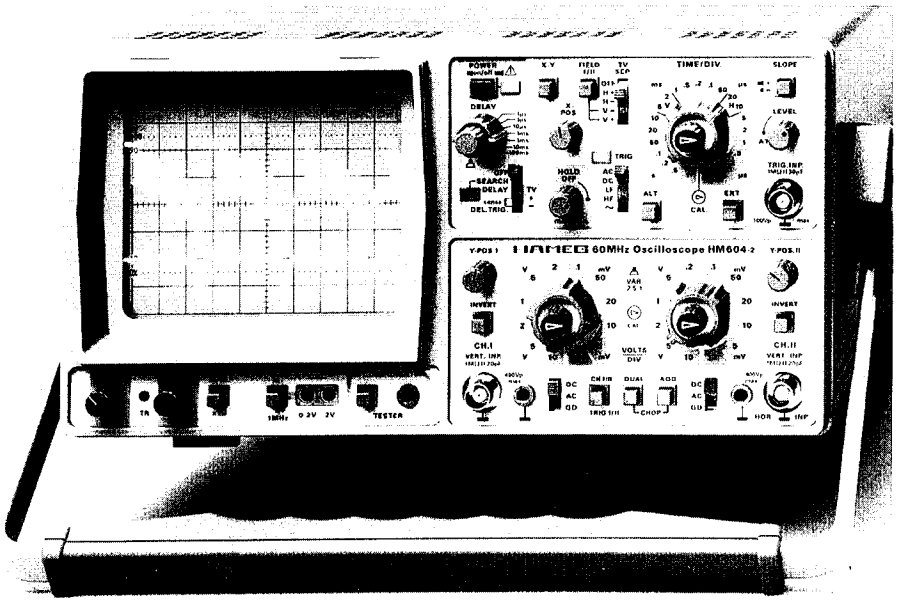
Komponententester

Testspannung: max. 8,5V$_{eff}$ (Leerlauf).
Teststrom: max. 8mA$_{eff}$ (Kurzschluß).
Testfrequenz: 50 bzw. 60Hz (Netzfrequenz).

Verschiedenes

Röhre: D14-372GH/123 (mittl. Nachleuchtdauer), Rechteckform, **Innenraster 8x10cm.**
Gesamtbeschleunigung: ca. 13kV.
Strahldrehung: auf Frontseite einstellbar.
Calibrator: Rechteckgenerator, umschaltbar zwischen ca. 1kHz und 1MHz (t$_r$ ca. 5ns).
Ausgangsspannung: 0,2V u. 2V ±1%.
Schutzart: Schutzkl. I (VDE 0411)
Netzanschluß: 110, 125, 220, 240V~ ±10%.
Netzfrequenzbereich: 50 bis 60Hz.
Leistungsaufnahme: ca. 45 Watt.
Zul. Umgebungstemperatur: +15°C...+35°C.
Gewicht: ca. 8kg. Farbe: techno-braun.
Gehäuse (mm): **B** 285, **H** 145, **T** 380.
Mit verstellbarem Aufstell-Tragegriff.

Änderungen vorbehalten.



60MHz Universal-Oszilloskop HM 604-2

2 Kanäle, max. 2mV/cm, Verzögerungsleitung, Komp.-Tester.
Zeitbasis: 2,5s-5ns/cm, verzögerbare Zeitablenkung.
Triggerung DC-100MHz, "After-Delay" Trig., TV-Separator.

Die vielen Betriebsarten und Triggermöglichkeiten machen den **HM604-2** zu einem wirklichen **Universal-Oszilloskop**, das selbst Laboransprüchen genügt. Die hohe Übertragungsqualität des Meßverstärkers, welche mit dem eingebauten **1MHz-Kalibrator** ständig kontrolliert werden kann, gestattet Aufzeichnungen bis in den **Frequenzbereich um 100MHz**. Ein weiteres Gütemerkmal ist, daß mit Hilfe der **Verzögerungsleitung** auch die Triggerflanke des Signals dargestellt wird. Die bei gedehnter Y-Achse sehr **hohe Empfindlichkeit** erlaubt Aufzeichnungen von sehr kleinen Signalen (<1mV). Für den Anschluß von Digitalmultimetern und Frequenzzählern verfügt das Gerät über einen separaten analogen **Y-Ausgang**. Ferner ist, wie bei Oszilloskopen mit 2. Zeitbasis, im **Delay-Betrieb** auch die Aufzeichnung sehr kleiner Signalausschnitte bis ca. **1000facher Dehnung** möglich.

Als außergewöhnliches Feature besitzt der **HM604-2** eine automatische **„After Delay"-Triggerung**, mit der die exakte Darstellung asynchroner Anteile von komplizierten Signalgemischen möglich ist. **Unabhängig von der Flankenrichtung**, triggert sie ohne besondere „LEVEL"-Einstellung auf alle über 5mm hohe Flanken eines Signals. Selbst größere Amplitudenschwankungen haben darauf keinen Einfluß. Speziell bei Videosignal-Messungen wird besonders in Verbindung mit dem **aktiven TV-Sync.-Separator** für Zeilen- und Bild-Darstellungen eine hohe Triggerqualität erreicht. Ungewöhnlich in dieser Preisklasse ist auch der **Halbbild-Wähler**, mit dem man einzelne Zeilen eines TV-Signals ungestört darstellen kann. Dies ist vor allem in Hinblick auf die systemgekoppelten Prüf- und Testzeilen interessant.

Was jeden Elektronik-Praktiker ansprechen wird, ist die trotz der Vielseitigkeit wirklich **unkomplizierte Bedienungsart**. Besonders Insider werden erkennen, daß mit dem **HM604-2** auch viele Meßprobleme der Zukunft zu lösen sind.

Inklusives Zubehör

Netzkabel, Betriebsanleitung,
2 Tastköpfe 10:1 HZ51

Lieferbares Zubehör

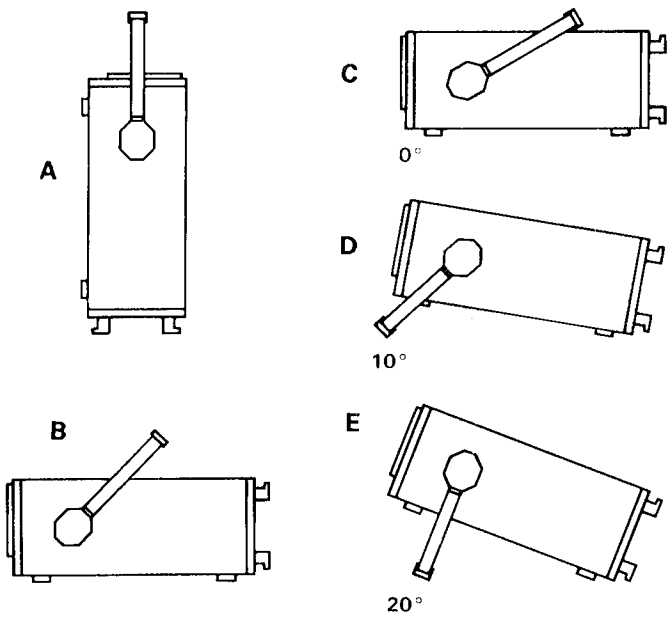
50Ω-Durchgangsabschluß HZ22
Lichtschutztubus HZ 47
Tragetasche HZ96

Allgemeine Hinweise

Sofort nach dem Auspacken sollte das Gerät auf mechanische Beschädigungen und lose Teile im Innern überprüft werden. Falls ein Transportschaden vorliegt, ist sofort der Lieferant zu informieren. Das Gerät darf dann nicht in Betrieb gesetzt werden.
Außerdem ist vor Inbetriebnahme festzustellen, ob das Gerät auf die richtige Netzspannung eingestellt ist. Sollte der am Rückdeckel mit Pfeil markierte Wert nicht mit der vorhandenen Netzspannung übereinstimmen, ist entsprechend den Anweisungen auf Seite M2 umzuschalten.

Aufstellung des Gerätes

Für die optimale Betrachtung des Bildschirmes kann das Gerät in drei verschiedenen Positionen aufgestellt werden (siehe Bilder C, D, E). Wird das Gerät nach dem Tragen senkrecht aufgesetzt, bleibt der Griff automatisch in der Tragestellung stehen, siehe Abb. A.
Will man das Gerät waagerecht auf eine Fläche stellen, wird der Griff einfach auf die obere Seite des Oszilloskops gelegt (Abb. C). Wird eine Lage entsprechend Abb. D gewünscht (10° Neigung), ist der Griff, ausgehend von der Tragestellung A, in Richtung Unterkante zu schwenken bis er automatisch einrastet. Wird für die Betrachtung eine noch höhere Lage des Bildschirmes erforderlich, zieht man den Griff wieder aus der Raststellung und drückt ihn weiter nach hinten, bis er abermals einrastet (Abb. E mit 20° Neigung).
Der Griff läßt sich auch in eine Position für waagerechtes Tragen bringen. Hierfür muß man diesen in Richtung Oberseite schwenken und, wie aus Abb. B ersichtlich, ungefähr in der Mitte schräg nach oben ziehend einrasten. Dabei muß das Gerät gleichzeitig angehoben werden, da sonst der Griff sofort wieder ausrastet.



Sicherheit

Dieses Gerät ist gemäß ***VDE 0411 Teil 1 und 1a, Schutzmaßnahmen für elektronische Meßgeräte***, gebaut und geprüft und hat das Werk in sicherheitstechnisch einwandfreiem Zustand verlassen. Um diesen Zustand zu erhalten und einen gefahrlosen Betrieb sicherzustellen, muß der Anwender die Hinweise und Warnvermerke beachten, die in dieser Bedienungsanleitung, im Testplan und in der Service-Anleitung enthalten sind. ***Gehäuse, Chassis und alle Meßanschlüsse sind mit dem Netzschutzleiter verbunden***. Das Gerät entspricht den Bestimmungen der ***Schutzklasse I***. Die berührbaren Metallteile sind gegen die Netzpole mit 2000 V 50 Hz geprüft. Durch Verbindung mit anderen Netzanschlußgeräten können u.U. netzfrequente Brummspannungen im Meßkreis auftreten. Dies ist bei Benutzung eines Schutz-Trenntransformators der Schutzklasse II vor dem Gerät leicht zu vermeiden. Ohne Trenntrafo darf das Gerät aus Sicherheitsgründen nur an vorschriftsmäßigen Schutzkontaktsteckdosen betrieben werden. ***Der Netzstecker muß eingeführt sein, bevor Signalstromreise angeschlossen werden***. Die Auftrennung der Schutzkontaktverbindung ist unzulässig.

Falls für die Aufzeichnung von Signalen mit hochliegendem Nullpotential ein Schutz-Trenntrafo verwendet wird, ist zu beachten, daß diese Spannung dann auch am Gehäuse und anderen berührbaren Metallteilen des Oszilloskops liegt. Spannungen bis 42 V sind ungefährlich. Höhere Spannungen können jedoch lebensgefährlich sein. Es sind dann unbedingt besondere Sicherheitsmaßnahmen erforderlich, die von kompetenten Fachleuten überwacht werden müssen.

Wie bei den meisten Elektronenröhren entstehen auch in der Bildröhre γ-Strahlen. Bei diesem Oszilloskop bleibt aber die ***Ionendosisleistung weit unter 36 pA/kg***.

Wenn anzunehmen ist, daß ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, so ist das Gerät außer Betrieb zu setzen und gegen unabsichtlichen Betrieb zu sichern. Diese Annahme ist berechtigt,
- wenn das Gerät sichtbare Beschädigungen hat,
- wenn das Gerät lose Teile enthält,
- wenn das Gerät nicht mehr arbeitet,
- nach längerer Lagerung unter ungünstigen Verhältnissen (z.B. im Freien oder in feuchten Räumen),
- nach schweren Transportbeanspruchungen (z.B. mit einer Verpackung, die nicht den Mindestbedingungen von Post, Bahn oder Spedition entsprach).

Betriebsbedingungen

Der zulässige Umgebungstemperaturbereich während des Betriebs reicht von +15 °C... +30 °C. Während der Lagerung oder des Transports darf die Temperatur zwischen –40 °C und +70 °C betragen. Hat sich während des Tran-

sports oder der Lagerung Kondenswasser gebildet, muß das Gerät ca. 2 Stunden akklimatisiert werden, bevor es in Betrieb genommen wird. Das Oszilloskop ist zum Gebrauch in sauberen, trockenen Räumen bestimmt. Es darf nicht bei besonders großem Staub- bzw. Feuchtigkeitsgehalt der Luft, bei Explosionsgefahr sowie bei aggressiver chemischer Einwirkung betrieben werden. Die Betriebslage ist beliebig. Eine ausreichende Luftzirkulation (Konvektionskühlung) ist jedoch zu gewährleisten. Bei Dauerbetrieb ist folglich eine horizontale oder schräge Betriebslage (Aufstellbügel) zu bevorzugen. Die Lüftungslöcher dürfen nicht abgedeckt werden!

Nenndaten mit Toleranzangaben gelten nach einer Anwärmzeit von 30 Minuten und bei einer Umgebungstemperatur zwischen 15°C und 30°C. Werte ohne Toleranzangabe sind Richtwerte eines durchschnittlichen Geräts.

Garantie

Jedes Gerät durchläuft vor dem Verlassen der Produktion einen Qualitäts-Test mit 10stündigem „burn-in". Im intermittierenden Betrieb wird dabei fast jeder Frühausfall erkannt. Dennoch ist es möglich, daß ein Bauteil erst nach längerer Betriebsdauer ausfällt. Daher wird auf alle Geräte eine ***Funktionsgarantie von 2 Jahren*** gewährt. Voraussetzung ist, daß im Gerät keine Veränderungen vorgenommen wurden. Für Versendungen per Post, Bahn oder Spedition wird empfohlen, die Originalverpackung sorgfältig aufzubewahren. Transportschäden und Schäden durch grobe Fahrlässigkeit werden von der Garantie nicht erfaßt.

Bei einer Beanstandung sollte man am Gehäuse des Gerätes einen Zettel befestigen, der stichwortartig den beobachteten Fehler beschreibt. Wenn dabei gleich der Name und die Telefon-Nr. (Vorwahl und Ruf- bzw. Durchwahl-Nr. oder Abteilungsbezeichnung) für evtl. Rückfragen angegeben wird, dient dies einer beschleunigten Abwicklung.

Wartung

Verschiedene wichtige Eigenschaften des Oszilloskops sollten in gewissen Zeitabständen sorgfältig überprüft werden. Nur so besteht eine weitgehende Sicherheit, daß alle Signale mit der den technischen Daten zugrundeliegenden Exaktheit dargestellt werden. Die im ***Testplan*** dieses Manuals beschriebenen Prüfmethoden sind ohne großen Aufwand an Meßgeräten durchführbar. Sehr empfehlenswert ist jedoch ein **SCOPE-TESTER HZ60**, der trotz seines niedrigen Preises Aufgaben dieser Art hervorragend erfüllt.

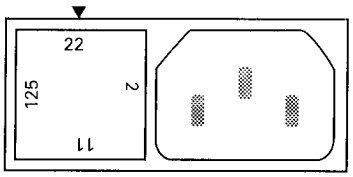
Die Außenseite des Oszilloskops sollte regelmäßig mit einem Staubpinsel gereinigt werden. Hartnäckiger Schmutz an Gehäuse und Griff, den Kunststoff- und Aluminiumteilen läßt sich mit einem angefeuchteten Tuch (Wasser +1% Entspannungsmittel) entfernen. Bei fettigem Schmutz kann Brennspiritus oder Waschbenzin (Petroleumäther) benutzt werden. Die Sichtscheibe darf mit Wasser oder Waschbenzin (aber nicht mit Alkohol oder Lösungsmitteln) gereinigt werden, sie ist dann noch mit einem trockenen, sauberen, fusselfreien Tuch nachzureiben. Keinesfalls darf die Reinigungsflüssigkeit in das Gerät gelangen. Die Anwendung anderer Reinigungsmittel kann die Kunststoff- und Lackoberflächen angreifen.

Netzspannungsumschaltung

Bei Lieferung ist das Gerät auf 220 V Netzspannung eingestellt. Die Umschaltung auf andere Spannungen erfolgt am Netzsicherungshalter, kombiniert mit dem 3poligen Kaltgeräte-Stecker an der Gehäuserückwand. Zunächst wird der mit den Spannungswerten bedruckte Sicherungshalter mittels kleinen Schraubenziehers entfernt und – wenn erforderlich – mit einer anderen Sicherung versehen. Der vorgeschriebene Wert ist der untenstehenden Tabelle zu entnehmen. Anschließend ist der Sicherungshalter so einzusetzen, daß das eingeprägte weiße Dreieck auf den gewünschten Netzspannungswert zeigt. Dabei sollte man darauf achten, daß die Deckplatte auch richtig eingerastet ist. Die Verwendung geflickter Sicherungen oder das Kurzschließen des Sicherungshalters ist unzulässig. Dadurch entstehende Schäden fallen nicht unter die Garantieleistungen.

Hinweis: Wird das Gerät an einem Netz mit 230V Nennspannung betrieben, ist es sinnvoll, den Netzsicherungshalter auf 240V umzuschalten. Andernfalls könnte die im Gerät befindliche Schutzschaltung gegen Überspannung ansprechen

.



Sicherungstype: Größe **5 x 20mm**; 250V~, C;
IEC 127, Bl. III; DIN 41 662 (evtl. DIN 41 571, Bl. 3).
Abschaltung: **träge** (**T**).

Netzspannung	**Sich.-Nennstrom**
110V~±10%:	**T 0,63 A**
125V~±10%:	**T 0,63 A**
220V~±10%:	**T 0,315A**
240V~±10%:	**T 0,315A**

Art der Signalspannung

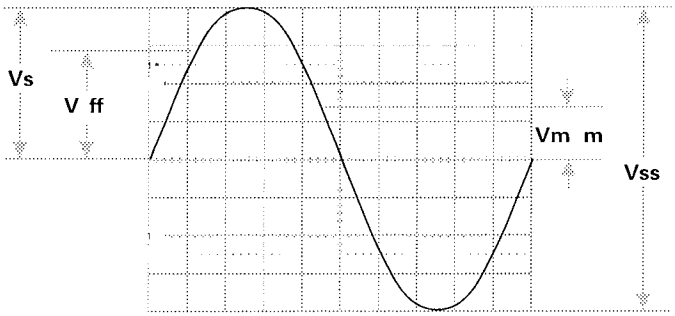
Mit dem HM604 können praktisch alle sich periodisch wiederholende Signalarten oszilloskopiert werden, deren Frequenzspektrum unter 60 MHz liegt. Die Darstellung einfacher elektrischer Vorgänge, wie sinusförmige HF- und NF-Signale oder netzfrequente Brummspannungen, ist in jeder Hinsicht problemlos. Bei der Aufzeichnung rechteck- oder impulsartiger Signalspannungen ist zu beachten, daß auch deren ***Oberwellenanteile*** übertragen werden müssen. Die Folgefrequenz des Signals muß deshalb wesentlich kleiner sein als die obere Grenzfrequenz des Vertikalverstärkers. Bei der Auswertung solcher Signale ist dieser Sachverhalt zu berücksichtigen. Schwieriger ist das Oszilloskopieren von Signalgemischen, besonders dann, wenn darin keine mit der Folgefrequenz ständig wiederkehrende höheren Pegelwerte enthalten sind, auf die getriggert werden kann. Dies ist z.B. bei Burst-Signalen der Fall. Um auch dann ein gut getriggertes Bild zu erhalten, ist u.U. die Zuhilfenahme des Zeit-Feinstellers und/oder der **HOLD-OFF**-Zeit-Einstellung erforderlich (siehe auch Abschnitt „Ablenkverzögerung", After Delay Triggerung).
Fernseh-Video-Signale sind mit Hilfe des aktiven TV-Sync-Separators (**TV SEP.**-Schalter) leicht triggerbar (siehe „TV-Triggerung).

Für den wahlweisen Betrieb als Wechsel- oder Gleichspannungsverstärker hat der Vertikalverstärker-Eingang einen **DC/AC**-Schalter (DC = direct current; AC = alternating current). Mit Gleichstromkopplung **DC** sollte nur bei vorgeschaltetem Tastteiler oder bei sehr niedrigen Frequenzen gearbeitet werden, oder wenn die Erfassung des Gleichspannungsanteils der Signalspannung unbedingt erforderlich ist.
Bei der Aufzeichnung sehr niederfrequenter Impulse können bei **AC**-Wechselstromkopplung des Vertikalverstärkers störende Dachschrägen auftreten (**AC**-Grenzfrequenz ca. 3,5Hz für –3dB). In diesem Falle ist, wenn die Signalspannung nicht mit einem hohen Gleichspannungspegel überlagert ist, die **DC**-Kopplung vorzuziehen. Andernfalls muß vor den Eingang des auf **DC**-Kopplung geschalteten Meßverstärkers ein entsprechend großer Kondensator geschaltet werden. Dieser muß eine genügend große Spannungsfestigkeit besitzen. **DC**-Kopplung ist auch für die Darstellung von Logik- und Impuls-Signalen zu empfehlen, besonders dann, wenn sich dabei das Tastverhältnis ständig ändert. Andernfalls wird sich das Bild bei jeder Änderung auf- oder abwärts bewegen. Reine Gleichspannungen können nur mit **DC**-Kopplung gemessen werden.

Größe der Signalspannung

In der allgemeinen Elektrotechnik bezieht man sich bei Wechselspannungsangaben in der Regel auf den Effektivwert. Für Signalgrößen und Spannungsbezeichnungen in der Oszilloskopie wird jedoch der V_{ss}-Wert (Volt-Spitze-Spitze) verwendet. Letzterer entspricht den wirklichen Potentialverhältnissen zwischen dem positivsten und negativsten Punkt einer Spannung.

Will man eine auf dem Oszilloskopschirm aufgezeichnete sinusförmige Größe auf ihren Effektivwert umrechnen, muß der sich in V_{ss} ergebende Wert durch $2 \times \sqrt{2} = 2{,}83$ dividiert werden. Umgekehrt ist zu beachten, daß in Veff angegebene sinusförmige Spannungen den 2,83fachen Potentialunterschied in V_{ss} haben. Die Beziehungen der verschiedenen Spannungsgrößen sind aus der nachfolgenden Abbildung ersichtlich.



Spannungswerte an einer Sinuskurve
V_{eff} = Effektivwert; V_s = einfacher Spitzenwert;
V_{ss} = Spitze-Spitze-Wert; V_{inom} = Momentanwert

Die minimal erforderliche Signalspannung am Y-Eingang für ein 1 cm hohes Bild beträgt ca. $2mV_{ss}$, wenn der Eingangsteilerschalter bis zum Anschlag nach rechts gedreht ist. Es können jedoch auch noch kleinere Signale aufgezeichnet werden. Die Ablenkkoeffizienten am Eingangsteiler sind in mV_{ss}/cm oder V_{ss}/cm angegeben. ***Die Größe der angelegten Spannung ermittelt man durch Multiplikation des eingestellten Ablenkkoeffizienten mit der abgelesenen vertikalen Bildhöhe in cm***. Wird mit Tastteiler 10:1 gearbeitet, ist nochmals mit 10 zu multipilizieren. ***Für Amplitudenmessungen muß der Feinsteller am Eingangsteilerschalter in seiner calibrierten Stellung* CAL. *stehen*** (Pfeil waagerecht nach rechts zeigend). Wird der Feinstellknopf nach links gedreht, verringert sich die Empfindlichkeit in jeder Teilerschalterstellung mindestens um den Faktor 2,5. So kann jeder Zwischenwert innerhalb der 1-2-5 Abstufung eingestellt werden. Bei direktem Anschluß an den Y-Eingang sind ***Signale bis 200*** V_{ss} darstellbar (Teilerschalter auf **10V/cm**, Feinsteller auf Linksanschlag).

Mit den Bezeichnungen
H= Höhe in cm des Schirmbildes,
U= Spannung in V_{ss} des Signals am Y-Eingang,
A= Ablenkkoeffizient in V/cm am Teilerschalter
läßt sich aus gegebenen zwei Werten die dritte Größe errechnen:

$$U = A \cdot H \qquad H = \frac{U}{A} \qquad A = \frac{U}{H}$$

Alle drei Werte sind jedoch nicht frei wählbar. Sie müssen beim HM604 innerhalb folgender Grenzen liegen (Triggerschwelle, Ablesegenauigkeit):

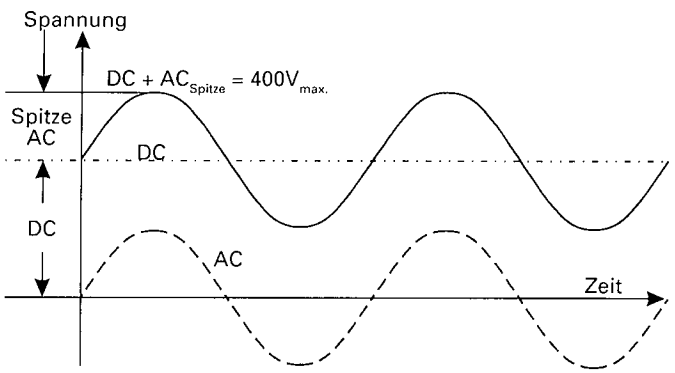
H zwischen 0,5 und 8 cm, möglichst 3,2 und 8 cm,
U zwischen 2 mV_{ss} und 80 V_{ss},
A zwischen 2 mV/cm und 10 V/cm in 1-2-5 Teilung.

Beispiele:
Eingest. Ablenkkoeffizient **A** = 50 mV/cm ≙ 0,05 V/cm,
abgelesene Bildhöhe **H** = 4,6 cm,
gesuchte Spannung U = 0,05x4,6 = **0,23 V_{ss}**

Eingangsspannung **U** = 5 V_{ss},
eingestellter Ablenkkoeffizient **A** = 1 V/cm,
gesuchte Bildhöhe H = 5:1 = **5 cm**

Signalspannung U = 220 $V_{eff} \cdot 2 \cdot \sqrt{2}$ = 622 V_{ss}
(Spannung >160 V_{ss}, mit Tastteiler 10:1 **U** = 62,2 V_{ss}),
gewünschte Bildhöhe **H** = mind. 3,2 cm, max. 8 cm,
maximaler Ablenkkoeffizient A = 62,2:3,2 = 19,4 V/cm,
minimaler Ablenkkoeffizient A = 62,2:8 = 7,8 V/cm,
einzustellender Ablenkkoeffizient A = 10 V/cm

Ist dem Meßsignal eine Gleichspannung überlagert, darf der Gesamtwert (Gleichspannung + einfacher Spitzenwert der Wechselspannung) des Signals am Y-Eingang ±400 V nicht überschreiten (siehe Abbildung). Der gleiche Grenzwert gilt auch für normale Tastteiler 10:1, durch deren Teilung jedoch Signalspannungen bis ca. 1000 V_{ss} auswertbar sind. Mit Spezialtastteiler 100:1 (z.B. HZ53) können Spannungen bis ca. 2400 V_{ss} gemessen werden. Allerdings verringert sich dieser Wert bei höheren Frequenzen (siehe technische Daten HZ53). Mit einem normalen Tastteiler 10:1 riskiert man bei so hohen Spannungen, daß der den Teiler-Längswiderstand überbrückende C-Trimmer durchschlägt, wodurch der Y-Eingang des Oszilloskops beschädigt werden kann. Soll jedoch z.B. nur die Restwelligkeit einer Hochspannung oszilloskopiert werden, genügt auch der 10:1-Tastteiler. Diesem ist dann noch ein entsprechend hochspannungsfester Kondensator (etwa 22-68 nF) vorzuschalten.
Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die Oszilloskop-Eingangskopplung unbedingt auf **DC** zu schalten ist, wenn Tastteiler an höhere Spannungen als 400 V gelegt werden (siehe „Anlegen der Signalspannung", Seite M 6).



Gesamtwert der Eingangsspannung
Die gestrichelte Kurve zeigt eine Wechselspannung, die um 0 Volt schwankt. Ist diese Spannung einer Gleichspannung überlagert (DC), so ergibt die Addition der positiven Spitze zur Gleichspannung die maximal auftretende Spannung (DC + AC Spitze).

Mit der auf **GD** geschalteten Eingangskopplung und dem **Y-POS.**-Einsteller kann vor der Messung eine horizontale Rasterlinie als ***Referenzlinie für Massepotential*** eingestellt werden. Sie kann unterhalb, auf oder oberhalb der horizontalen Mittellinie liegen, je nachdem, ob positive und/oder negative Abweichungen vom Massepotential zahlenmäßig erfaßt werden sollen. Gewisse umschaltbare Tastteiler 10:1/1:1 haben ebenfalls eine eingebaute Referenz-Schalterstellung.

Zeitwerte der Signalspannung

In der Regel sind alle aufzuzeichnenden Signale sich periodisch wiederholende Vorgänge, auch Perioden genannt. Die Zahl der Perioden pro Sekunde ist die Folgefrequenz. Abhängig von der Zeitbasis-Einstellung des **TIME/DIV.**-Schalters können eine oder mehrere Signalperioden oder auch nur ein Teil einer Periode dargestellt werden. Die Zeitkoeffizienten sind am **TIME/DIV.**-Schalter in **s/cm**, **ms/cm** und **µs/cm** angegeben. Die Skala ist dementsprechend in drei Felder aufgeteilt. ***Die Dauer einer Signalperiode bzw. eines Teils davon ermittelt man durch Multiplikation des betreffenden Zeitabschnitts (Horizontalabstand in cm) mit dem am* TIME/DIV. *Schalter eingestellten Zeitkoeffizienten. Dabei muß der mit einer roten Pfeil-Knopfkappe gekennzeichnete Zeit-Feineinsteller in seiner kalibrierten Stellung* CAL. *stehen*** (Pfeil waagerecht nach rechts zeigend).

Mit den Bezeichnungen
L = Länge in cm einer Welle auf dem Schirmbild,
T = Zeit in s für eine Periode,
F = Frequenz in Hz der Folgefrequenz des Signals,
Z = Zeitkoeffizient in s/cm am Zeitbasisschalter
und der Beziehung **F = 1/T** lassen sich folgende Gleichungen aufstellen:

$$T = L \cdot Z \qquad L = \frac{T}{Z} \qquad Z = \frac{T}{L}$$

$$F = \frac{1}{L \cdot Z} \qquad L = \frac{1}{F \cdot Z} \qquad Z = \frac{1}{L \cdot F}$$

Bei gedrückter Taste X-MAG. x10 ist Z durch 10 zu teilen.
Alle vier Werte sind jedoch nicht frei wählbar. Sie sollten beim HM604 innerhalb folgender Grenzen liegen:
L zwischen 0,2 und 10 cm, möglichst 4 bis 10 cm,
T zwischen 5ns und 100s,
F zwischen 0,1Hz und 60MHz,
Z zwischen 50ns/cm und 1s/cm in 1-2-5 Teilung
(***bei ungedrückter Taste* X-MAG. x10**), und
Z zwischen 5ns/cm und 0,1s/cm in 1-2-5 Teilung
(***bei gedrückter Taste* X-MAG. x10**).

Beispiele:
Länge eines Wellenzugs **L** = 7cm,
eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 0,5µs/cm,
gesuchte Periodenzeit T = 7x0,5x10^{-6} = **3,5µs**
gesuchte Folgefrequenz F = 1:(3,5x10^{-6}) = **286 kHz**.

Änderungen vorbehalten

Zeit einer Signalperiode **T** = 0,5 s
eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 0,2 s/cm
gesuchte Länge L = 0,5:0,2 = **2,5 cm**

Länge eines Brummspannung-Wellenzugs **L** = 1 cm,
eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 10 ms/cm,
gesuchte Brummfrequenz F = $1:(1x10x10^{-3})$ = **100 Hz**.

TV-Zeilenfrequenz **F** = 15 625 Hz,
eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 10µs/cm,
gesuchte Länge L = $1:(15\,625x10^{-5})$ = **6,4 cm**.

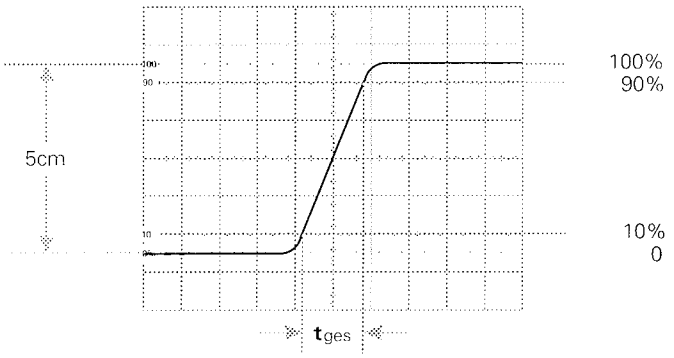
Länge einer Sinuswelle **L** = min. 4 cm, max. 10 cm,
Frequenz **F** = 1 kHz,
max. Zeitkoeffizient Z = $1:(4x10^{3})$ = 0,25 ms/cm,
min. Zeitkoeffizient Z = $1:(10x10^{3})$ = 0,1 ms/cm,
einzustellender Zeitkoeffizient Z = 0,2 ms/cm,
dargestellte Länge L = $1:(10^{3} \times 0{,}2x10^{-3})$ = **5 cm**.

Länge eines HF-Wellenzugs **L** = 4 cm,
eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 0,1 µs/cm,
***gedrückte Dehnungstaste* x 10**: **Z** = 10 ns/cm,
gesuchte Signalfrequ. F = $1:(4x10x10^{-9})$ = **25 MHz**,
gesuchte Periodenzeit T = $1:(25x10^{6})$ = **40 ns**.

Ist der zu messende Zeitabschnitt im Verhältnis zur vollen Signalperiode relativ klein, sollte man mit gedehntem Zeitmaßstab (**MAG. x10**) arbeiten. Die ermittelten Zeitwerte sind dann durch 10 zu dividieren. Sehr kleine Ausschnitte an beliebigen Stellen des Signals sind jedoch genauer mit Hilfe der Ablenkverzögerung meßbar. Mit dieser können – stark gedehnt – auch Zeiten von weniger als 1 % der vollen Periodendauer dargestellt werden. Der kleinste noch meßbare Zeitabschnitt ist im wesentlichen von der verfügbaren Helligkeit der Bildröhre abhängig. Die Grenze liegt etwa bei einer 1000fachen Dehnung. Mit aufgesetztem Lichtschutztubus ist unter Umständen auch noch mehr möglich. Dies setzt jedoch immer voraus, daß der am **TIME/DIV.**-Schalter eingestellte Zeitkoeffizient für die Grundperiode gleich oder größer 5µs/cm ist (bei eingeschalteter Dehnung x10), da andernfalls die kürzeste einstellbare Ablenkzeit die größtmögliche Dehnung bestimmt.

Bestimmend für das Impulsverhalten einer Signalspannung sind die Anstiegszeiten der in ihr enthaltenen Spannungssprünge. Damit Einschwingvorgänge, eventuelle Dachschrägen und Bandbreitegrenzen die Meßgenauigkeit weniger beeinflussen, mißt man Anstiegszeiten generell zwischen ***10 %*** und ***90 %*** der vertikalen Impulshöhe. Für ***5 cm*** hohe und symmetrisch zur Mittellinie eingestellte Signalamplituden hat das Bildschirm-Innenraster zwei punktierte horizontale Hilfslinien in ±2,5 cm Mittenabstand. ***Der horizontale Zeitabstand in cm zwischen den beiden Punkten, an denen die Strahllinie oben und unten die horizontalen Rasterlinien mit ±2 cm Mittenabstand und 2 mm-Unterteilung kreuzt, ist dann die zu ermittelnde Anstiegszeit. Abfallzeiten werden sinngemäß genauso gemessen.***

Die optimale vertikale Bildlage und der Meßbereich für die Anstiegszeit sind in der folgenden Abbildung dargestellt.



Bei einem am **TIME/DIV.**-Schalter eingestellten Zeitkoeffizienten von 0,05 µs/cm und gedrückter Dehnungstaste x10 ergäbe das Bildbeispiel eine gemessene Gesamtanstiegszeit von

$$t_{ges} = 1{,}6\text{cm} \;\; 0{,}05\mu\text{s/cm} : 10 = \mathbf{8ns}$$

Bei sehr kurzen Zeiten ist die Anstiegszeit des Oszilloskop-Vertikalverstärkers und des evtl. benutzten Tastteilers geometrisch vom gemessenen Zeitwert abzuziehen. Die Anstiegszeit des Signals ist dann

$$\mathbf{t_a} = \sqrt{\mathbf{t_{ges}}^2 - \mathbf{t_{osz}}^2 - \mathbf{t_t}^2}$$

Dabei ist $\mathbf{t_{ges}}$ die gemessene Gesamtanstiegszeit, $\mathbf{t_{osz}}$ die vom Oszilloskop (beim HM604 ca. 5,8 ns) und $\mathbf{t_t}$ die des Tastteilers, z.B. = 2ns. Ist $\mathbf{t_{ges}}$ größer als 42ns, dann kann die Anstiegszeit des Vertikalverstärkers vernachlässigt werden (Fehler <1%).

Obiges Bildbeispiel ergibt damit eine Signal-Anstiegszeit von

$$\mathbf{t_a} = \sqrt{8^2 - 5{,}8^2 - 2^2} = \mathbf{5{,}1ns}$$

Die Messung der Anstiegs- oder Abfallzeit ist natürlich nicht auf die oben im Bild gezeigte Bild-Einstellung begrenzt. Sie ist so nur besonders einfach. Prinzipiell kann in jeder Bildlage und bei beliebiger Signalamplitude gemessen werden. Wichtig ist nur, daß die interessierende Signalflanke in voller Länge bei nicht zu großer Steilheit sichtbar ist und daß der Horizontalabstand bei 10% und 90% der Amplitude gemessen wird. Zeigt die Flanke Vor- oder Überschwingen, sollte man die 100% nicht auf die Spitzenwerte beziehen, sondern auf die mittleren Dachhöhen. Ebenso werden Einbrüche oder Spitzen (glitches) neben der Flanke nicht berücksichtigt. Bei sehr starken Einschwingverzerrungen verliert die Anstiegs- oder Abfallzeitmessung allerdings ihren Sinn. Für Verstärker mit annähernd konstanter Gruppenlaufzeit (also gutem Impulsverhalten) gilt folgende Zahlenwert-Gleichung zwischen Anstiegszeit **ta** (***in ns***) und Bandbreite **B** (***in MHz***):

$$\mathbf{ta} = \frac{\mathbf{350}}{\mathbf{B}} \qquad \mathbf{B} = \frac{\mathbf{350}}{\mathbf{ta}}$$

Anlegen der Signalspannung

Vorsicht beim Anlegen unbekannter Signale an den Vertikaleingang! Ohne vorgeschalteten Tastteiler sollte der Schalter für die Signalkopplung zunächst immer auf **AC** und der Eingangsteilerschalter auf **10 V/cm** stehen. Ist die Strahllinie nach dem Anlegen der Signalspannung plötzlich nicht mehr sichtbar, kann es sein, daß die Signalamplitude viel zu groß ist und den Vertikalverstärker total übersteuert (siehe unten: „Y-Überbereichsanzeige"). Der Eingangsteilerschalter muß dann nach links zurückgedreht werden, bis die vertikale Auslenkung nur noch 3-8 cm hoch ist. Bei mehr als 80 V_{ss} großer Signalamplitude ist unbedingt ein Tastteiler vorzuschalten. Verdunkelt sich die Strahllinie beim Anlegen des Signals sehr stark, ist wahrscheinlich die Periodendauer des Meßsignals wesentlich länger als der eingestellte Wert am **TIME/DIV.**-Schalter. Letzterer ist dann auf einen entsprechend größeren Zeitkoeffizienten nach links zu drehen.

Die Zuführung des aufzuzeichnenden Signals an den Y-Eingang des Oszilloskops ist mit einem abgeschirmten Meßkabel wie z.B. HZ32 und HZ34 direkt oder über einen Tastteiler 10:1 geteilt möglich. Die Verwendung der Meßkabel an hochohmigen Meßobjekten ist jedoch nur dann empfehlenswert, wenn mit relativ niedrigen Frequenzen (bis etwa 50 kHz) gearbeitet wird. Für höhere Frequenzen muß die Meßspannungsquelle niederohmig, d.h. an den Kabel-Wellenwiderstand (in der Regel 50Ω) angepaßt sein. Besonders bei der Übertragung von Rechteck- und Impulssignalen ist das Kabel unmittelbar am Y-Eingang des Oszilloskops mit einem Widerstand gleich dem Kabel-Wellenwiderstand abzuschließen. Bei Benutzung eines 50Ω-Kabels wie z.B. HZ34 ist hierfür von HAMEG der 50Ω-Durchgangsabschluß HZ22 erhältlich. Vor allem bei der Übertragung von Rechtecksignalen mit kurzer Anstiegszeit werden ohne Abschluß an den Flanken und Dächern störende Einschwingverzerrungen sichtbar. Manchmal empfiehlt sich die Verwendung eines Abschlußwiderstandes auch bei Sinussignalen. Gewisse Verstärker, Generatoren oder ihre Abschwächer halten die Nenn-Ausgangsspannung nur dann frequenzunabhängig ein, wenn ihr Anschlußkabel mit dem vorgeschriebenen Widerstand abgeschlossen ist. Dabei ist zu beachten, daß man den Abschlußwiderstand HZ22 nur mit max. 2 Watt belasten darf. Diese Leistung wird mit 10 V_{eff} oder – bei Sinussignal – mit 28,3 V_{ss} erreicht.

Wird ein Tastteiler 10:1 oder 100:1 verwendet, ist kein Abschluß erforderlich. In diesem Fall ist das Anschlußkabel direkt an den hochohmigen Eingang des Oszilloskops angepaßt. Mit Tastteiler werden auch hochohmige Spannungsquellen nur geringfügig belastet (ca. 10MΩ II 16 pF bzw. 100MΩ II 9pF bei HZ53). Deshalb sollte, wenn der durch den Tastteiler auftretende Spannungsverlust durch eine höhere Empfindlichkeitseinstellung wieder ausgeglichen werden kann, nie ohne diesen gearbeitet werden. Außerdem stellt die Längsimpedanz des Teilers auch einen gewissen Schutz für den Eingang des Vertikalverstärkers dar. Infolge der getrennten Fertigung sind alle Tastteiler nur vorabgeglichen; daher muß ein genauer Abgleich am Oszilloskop vorgenommen werden (siehe „Tastkopf-Abgleich", Seite M 8).

Standard-Tastteiler am Oszilloskop verringern mehr oder weniger dessen Bandbreite und erhöhen die Anstiegszeit. In allen Fällen, bei denen die Oszilloskop-Bandbreite voll genutzt werden muß (z.B. für Impulse mit steilen Flanken), raten wir dringend dazu, die ***Modularen Tastköpfe HZ51*** (10:1), ***HZ52*** (10:1 HF) und ***HZ54*** (1:1 und 10:1) zu benutzen. Das erspart u.U. die Anschaffung eines Oszilloskops mit größerer Bandbreite und hat den Vorteil, daß defekte Einzelteile bei HAMEG bestellt und selbst ausgewechselt werden können. Die genannten Tastköpfe haben zusätzlich zur niederfrequenten Kompensationseinstellung einen HF-Abgleich. Damit ist mit Hilfe des auf 1MHz umgeschalteten, im HM604 eingebauten Calibrators eine Gruppenlaufzeitkorrektur an der oberen Grenzfrequenz des Oszilloskops möglich. Tatsächlich werden mit diesen Tastkopf-Typen Bandbreite und Anstiegszeit des HM604 kaum merklich geändert und die Kurvenform-Wiedergabetreue u.U. sogar noch verbessert, weil eine Anpassung an die individuelle Rechteckwiedergabe des Oszilloskops möglich ist.

Wenn ein Tastteiler 10:1 oder 100:1 verwendet wird, muß bei Spannungen über 400V immer* DC-*Eingangskopplung benutzt werden. Bei **AC**-Kopplung tieffrequenter Signale ist die Teilung nicht mehr frequenzunabhängig, Impulse können Dachschräge zeigen, Gleichspannungen werden unterdrückt – belasten aber den betreffenden Oszilloskop-Eingangskopplungskondensator. Dessen Spannungsfestigkeit ist max. 400 V (DC + Spitze AC). Ganz besonders wichtig ist deshalb die **DC**-Eingangskopplung bei einem Tastteiler 100:1, der meist eine zulässige Spannungsfestigkeit von max. 1200 V (DC + Spitze AC) hat. Zur Unterdrückung störender Gleichspannung darf aber ein ***Kondensator*** entsprechender Kapazität und Spannungsfestigkeit ***vor den Tastteilereingang*** geschaltet werden (z.B. zur Brummspannungsmessung).

Bei allen Tastteilern ist die ***zulässige Eingangswechselspannung oberhalb von 20kHz frequenzabhängig begrenzt***. Deshalb muß die „Derating Curve" des betreffenden Tastteilertyps beachtet werden.

Wichtig für die Aufzeichnung kleiner Signalspannungen ist die Wahl des Massepunktes am Prüfobjekt. Er soll möglichst immer nahe dem Meßpunkt liegen. Andernfalls können evtl. vorhandene Ströme durch Masseleitungen oder Chassisteile das Meßergebnis stark verfälschen. Besonders kritisch sind auch die Massekabel von Tastteilern. Sie sollen so kurz und dick wie möglich sein. Beim Anschluß des Tastteiler-Kopfes an eine BNC-Buchse sollte ein BNC-Adapter benutzt werden, der oft als Tastteiler-Zubehör mitgeliefert wird. Damit werden Masse- und Anpassungsprobleme eleminiert.

Änderungen vorbehalten

Das Auftreten merklicher Brumm- oder Störspannungen im Meßkreis (speziell bei einem kleinen Ablenkkoeffizienten) wird möglicherweise durch Mehrfach-Erdung verursacht, weil dadurch Ausgleichströme in den Abschirmungen der Meßkabel fließen können (Spannungsabfall zwischen den Schutzleiterverbindungen, verursacht von angeschlossenen fremden Netzgeräten, z.B. Signalgeneratoren mit Störschutzkondensatoren).

Bedienung

Zur besseren Verfolgung der Bedienungshinweise ist das am Ende der Anleitung befindliche Frontbild herausklappbar, so daß es immer neben dem Anleitungstext liegen kann.

Die Frontplatte ist, wie bei allen HAMEG-Oszilloskopen üblich, entsprechend den verschiedenen Funktionen in Felder aufgeteilt. Direkt unter der Strahlröhre befinden sich (von links nach rechts) die Einstellelemente für Helligkeit (**INTENS.**), Strahldrehung (**TR** = trace rotation) und Schärfe (**FOCUS**). Es folgen die Strahldehnungstaste (**X MAG. x10** = 10fache X-Dehnung), der Frequenzwahlschalter (**1kHz** oder **1MHz**) für den Kalibrator (**CAL. 0,2V$_{ss}$** und **2V$_{ss}$**) und **Component-Tester**.

Oben rechts neben dem Bildschirm im X-Feld befindet sich der Netztastenschalter (**POWER**) mit Symbolen für die Ein- (**on**) und Aus-Stellung (**off**). Weiter sind hier die Einstellelemente für Zeitbasis (**TIME/DIV.**), Triggerung (**TRIG.** = triggering), horizontale Strahllage (**X-POS.** = X position), Ablenkverzögerung (**DELAY**) und TV-Separator (**TV-SEP.**) mit dazugehörigem Halbbildwahlschalter (**FIELD I/II**) angebracht. Sie werden nachstehend im einzelnen erläutert.
Unten rechts neben dem Bildschirm im Y-Feld liegen die Vertikalverstärkereingänge für Kanal I und II (**CH. I, CH. II** = Channel I, II) mit ihren Eingangskopplungsschaltern, Teilerschaltern und den Einstellern für die vertikale Strahllage (**Y-POS. I, II** = Y Position). Zwei Tasten dienen zur Invertierung des jeweiligen Kanals, während die restlichen drei Tasten für die Betriebsartumschaltung der Vertikalverstärker verwendet werden. Diese werden nachstehend noch näher beschrieben.

Alle Details sind so ausgelegt, daß auch bei Fehlbedienung kein größerer Schaden entstehen kann. Die Drucktasten besitzen im wesentlichen nur Nebenfunktionen. Man sollte daher bei Beginn der Arbeiten darauf achten, daß keine der Tasten eingedrückt ist. Die Anwendung richtet sich nach dem jeweiligen Bedarfsfall.
Der HM604 erfaßt alle Signale von Gleichspannung bis zu einer Frequenz von mindestens 60 MHz (–3dB). Bei sinusförmigen Vorgängen liegt die obere Grenze sogar bei 80 MHz. Allerdings ist in diesem Frequenzbereich die vertikale Aussteuerung auf ca. 6 cm begrenzt. Die zeitliche Auflösung ist unproblematisch. Beispielsweise wird bei ca. 100 MHz und der kürzesten einstellbaren Ablenkzeit (5ns/cm) alle 2 cm ein Kurvenzug geschrieben. Die Toleranz der angezeigten Werte beträgt in beiden Ablenkrichtungen nur ±3%. Alle zu messenden Größen sind daher relativ genau zu bestimmen. Jedoch ist zu berücksichtigen, daß sich in vertikaler Richtung ab ca. 25 MHz der Meßfehler mit steigender Frequenz ständig vergrößert. Dies ist durch den Verstärkungsabfall des Meßverstärkers bedingt. Bei 40 MHz beträgt der Abfall etwa 10%. Man muß daher bei dieser Frequenz zum gemessenen Spannungswert ca. 11% addieren. Da jedoch die Bandbreiten der Vertikalverstärker differieren (normalerweise zwischen 65 und 70 MHz), sind die Meßwerte in den oberen Grenzbereichen nicht so exakt definierbar. Hinzu kommt, daß wie bereits erwähnt, oberhalb 60 MHz mit steigender Frequenz auch die Aussteuerbarkeit der Y-Endstufe stetig abnimmt. Der Vertikalverstärker ist so ausgelegt, daß die Übertragungsgüte nicht durch eigenes Überschwingen beeinflußt wird.

Inbetriebnahme und Voreinstellungen

Vor der ersten Inbetriebnahme muß die am Netzspannungswähler des HM604 eingestellte Spannung mit der vorliegenden Netzspannung verglichen werden! (Einstellung siehe Seite M 2).
Es wird empfohlen, bei Beginn der Arbeiten keine der Tasten zu drücken und die Bedienungsknöpfe mit Pfeilen oder Punkten in ihre kalibrierten Stellung* CAL. *einzurasten. Die drei Hebelschalter sollten sich in der obersten Stellung befinden.

Mit der roten Netztaste **POWER** wird das Gerät in Betrieb gesetzt. Das aufleuchtende Lämpchen zeigt den Betriebszustand an. Wird nach 10 Sekunden Anheizzeit kein Strahl sichtbar, ist möglicherweise der **INTENS.**-Einsteller nicht genügend aufgedreht, oder der Zeitbasis-Generator wird nicht ausgelöst. Außerdem können auch die **Y-POS.**-Einsteller verstellt sein. Es ist dann nochmals zu kontrollieren, ob entsprechend den Hinweisen alle Knöpfe und Tasten in den richtigen Positionen stehen. Dabei ist besonders auf den **LEVEL**-Knopf zu achten. Ohne angelegte Meßspannung wird die Zeitlinie nur dann sichtbar, wenn sich dieser Knopf in der **AT**-Stellung befindet. Erscheint nur ein Punkt (Vorsicht, Einbrenngefahr!), ist wahrscheinlich die Taste **X-Y** gedrückt. Sie ist dann auszulösen. Ist die Zeitlinie sichtbar, wird am **INTENS.**-Knopf eine mittlere Helligkeit und am Knopf **FOCUS** die maximale Schärfe eingestellt. Dabei sollte sich der Eingangskopplung-Schiebeschalter **DC-AC-GD** (**CH.I**) in Stellung **GD** (ground = Masse) befinden. Der Eingang des Vertikalverstärkers ist dann kurzgeschlossen. Damit ist sichergestellt, daß keine Störspannungen von außen die Fokussierung beeinflussen können. Eventuell am Y-Eingang anliegende Signalspannungen werden in Stellung **GD** nicht kurzgeschlossen.

Zur Schonung der Strahlröhre sollte immer nur mit jener Helligkeit gearbeitet werden, die Meßaufgabe und Umgebungsbeleuchtung gerade erfordern.

Besondere Vorsicht ist bei stehendem punktförmigen Strahl geboten.

Zu hell eingestellt, kann dieser die Leuchtschicht der Röhre beschädigen. Ferner schadet es der Kathode der Strahlröhre, wenn das Oszilloskop oft kurz hintereinander aus- und eingeschaltet wird.

Strahldrehung TR

Trotz Mumetall-Abschirmung der Bildröhre lassen sich erdmagnetische Einwirkungen auf die horizontale Strahllage nicht ganz vermeiden. Das ist abhängig von der Aufstellrichtung des Oszilloskops am Arbeitsplatz. Dann verläuft die horizontale Strahllinie in Schirmmitte nicht exakt parallel zu den Rasterlinien. Die Korrektur weniger Winkelgrade ist an einem Potentiometer hinter der mit* TR *bezeichneten Öffnung mit einem kleinen Schraubenzieher möglich.

Teilerschalter-Offset

Trotz sorgfältiger Einstellung im Werk kann beim Umschalten der Teilerschalter eine Änderung der Strahlposition in vertikaler Richtung eintreten.
Änderungen in der Größenordnung von einer halben Strahlstärke sind normalerweise ohne Bedeutung; dennoch ist eine Korrektur von außen möglich. Sie kann mit einem Schraubenzieher mit 3mm Klingenbreite vorgenommen werden.

Der Korrekturvorgang ist für jeden der Y-Kanäle einzeln vornehmbar. In der Unterseite des Gehäusemantels befindet sich für jeden Kanal eine mit **DC-Balance CH1/CH2** gekennzeichnete Öffnung. in die der Schraubenzieher einzuführen ist.

Vor der Korrektur sollte der Eingangskopplungsschalter in Stellung **GD** geschaltet sein. Die Strahllinie soll sich auf der mittleren waagerechten Rasterlinie befinden. Während der Korrektur ist der Eingangs-Teilerschalter zwischen **2mV/cm** und **5mV/cm** hin- und herzuschalten, bis sich die vertikale Strahllage nicht mehr ändert.

Tastkopf-Abgleich und Anwendung

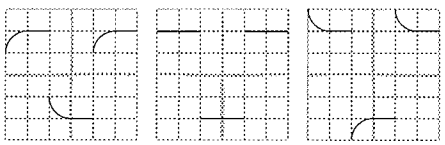
Damit der verwendete Tastteiler die Form des Signals unverfälscht wiedergibt, muß er genau an die Eingangsimpedanz des Vertikalverstärkers angepaßt werden. Ein im HM604 eingebauter umschaltbarer Generator liefert hierzu ein Rechtecksignal mit sehr kurzer Anstiegszeit (<5ns) und der Frequenz 1kHz oder 1MHz, die durch Tastendruck gewählt werden kann. Das Rechtecksignal kann den beiden konzentrischen Buchsen unterhalb des Bildschirms entnommen werden. Eine Buchse liefert **0.2V_{ss}** ±1% für Tastteiler 10:1, die andere **2V_{ss}** ±1% für Tastteiler 100:1. Diese Spannungen entsprechen jeweils der Bildschirmamplitude von ***4cm Höhe***, wenn der Eingangsteilerschalter des HM604 auf den Ablenkkoeffizienten **5mV/cm** eingestellt ist. Der Innendurchmesser der Buchsen ist 4,9mm und entspricht direkt dem (an Masse liegenden) Außendurchmesser des Abschirmrohres von modernen ***Modularen Tastköpfen*** und Tastköpfen der ***Serie F*** (international vereinheitlicht). Nur hierdurch ist eine extrem kurze Masseverbindung möglich, die für hohe Signalfrequenzen und eine unverfälschte Kurvenform-Wiedergabe von nicht-sinusförmigen Signalen Voraussetzung ist.

Abgleich 1kHz

Dieser C-Trimmerabgleich kompensiert die kapazitive Belastung des Oszilloskop-Eingangs (ca. 20pF beim HM604). Durch den Abgleich bekommt die kapazitive Teilung dasselbe Teilerverhältnis wie der ohmsche Spannungsteiler. Dann ergibt sich bei hohen und niedrigen Frequenzen dieselbe Spannungsteilung wie für Gleichspannung. (Für Tastköpfe 1:1 oder auf 1:1 umgeschaltete Tastköpfe ist dieser Abgleich weder nötig noch möglich.) Voraussetzung für den Abgleich ist die Parallelität der Strahllinie mit den horizontalen Rasterlinien (siehe „Strahldrehung **TR**").

Tastteiler (Typ HZ51, 52, 53, 54 oder auch HZ36) an den **CH.I**-Eingang anschließen, keine Taste drücken und Eingangskopplung auf **DC** stellen, Eingangsteiler auf **5mV/cm** und **TIME/DIV.**-Schalter auf **0.2ms/cm** schalten (beide Feinregler in Kalibrationsstellung **CAL.**), Tastkopf (ohne Federhaken) in die entsprechende **CAL.**-Buchse einstekken (Teiler 10:1 in Buchse **0.2V**, 100:1 in Buchse **2V**)

1kHz



falsch richtig falsch

Auf dem Bildschirm sind 2 Wellenzüge zu sehen. Nun ist der Kompensationstrimmer abzugleichen. Er befindet sich im allgemeinen im Tastkopf selbst. Beim 100:1 Tastteiler HZ53 befindet er sich im Kästchen am BNC-Stecker. Mit dem beigegebenen Isolierschraubenzieher ist der Trimmer abzugleichen, bis die oberen Dächer des Rechtecksignals exakt parallel zu den horizontalen Rasterlinien stehen (siehe Bild 1kHz). Dann sollte die Signalhöhe 4cm ±1,2mm (= 3%) sein. Die Signalflanken sind in dieser Einstellung unsichtbar.

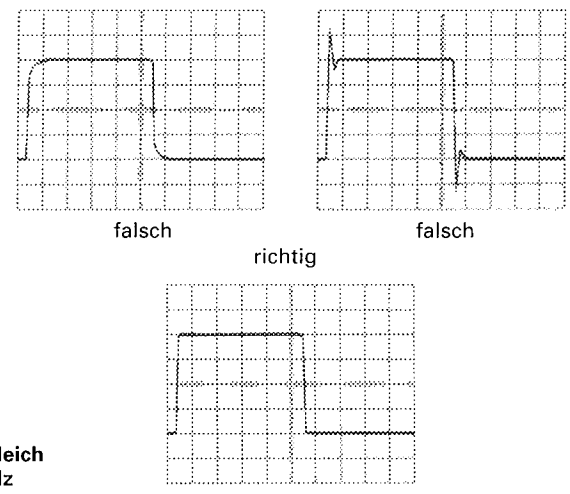
Abgleich 1MHz

Ein HF-Abgleich ist bei den Tastköpfen HZ51, 52 und 54 möglich. Diese besitzen Resonanz-Entzerrungsglieder (R-Trimmer in Kombination mit Spulen und Kondensatoren), mit denen es erstmals möglich ist, den Tastkopf auf einfachste Weise im Bereich der oberen Grenzfrequenz

des Vertikalverstärkers optimal abzugleichen. Nach diesem Abgleich erhält man nicht nur die maximal mögliche Bandbreite im Tastteilerbetrieb, sondern auch eine weitgehend konstante Gruppenlaufzeit am Bereichsende. Dadurch werden Einschwingverzerrungen (wie Überschwingen, Abrundung, Nachschwingen, Löcher oder Höcker im Dach) in der Nähe der Anstiegsflanke auf ein Minimum begrenzt. Die Bandbreite des HM604 wird also bei Benutzung der Tastköpfe HZ51, 52 und 54 ohne Inkaufnahme von Kurvenformverzerrungen voll genutzt. Voraussetzung für diesen HF-Abgleich ist ein Rechteckgenerator mit kleiner Anstiegszeit (typisch 4ns) und niederohmigen Ausgang (ca. 50Ω), der mit einer Frequenz von 1MHz ebenfalls eine Spannung von 0,2V bzw. 2V abgibt. Der Calibratorausgang des HM604 erfüllt diese Bedingungen, wenn die Taste **1MHz** gedrückt ist

.

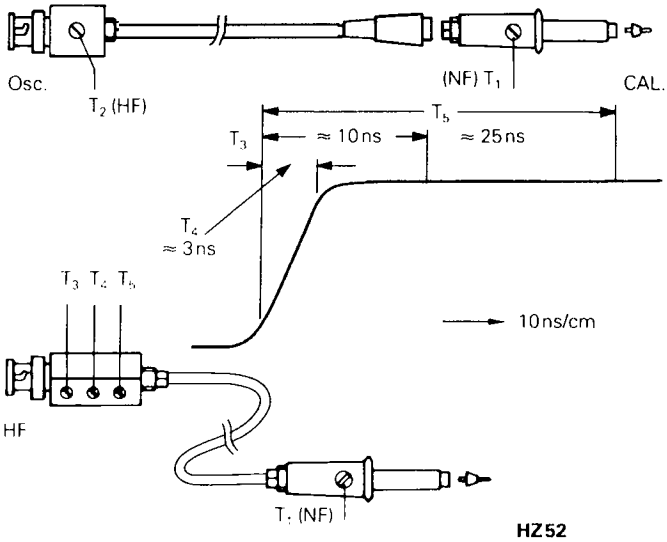
Tastköpfe des Typs HZ51, 52 oder 54 an den **CH.I**-Eingang anschließen, nur Calibrator-Taste **1MHz** drücken und keinen Knopf ziehen, Eingangskopplung auf **DC**, Eingangsteiler auf **5mV/cm** und **TIME/DIV**.-Schalter auf **0.1µs/cm** stellen (beide Feinregler in Kalibrationsstellung **CAL.**). Tastkopf in Buchse **0.2V** einstecken. Auf dem Bildschirm ist ein Wellenzug zu sehen, dessen Rechteckflanken jetzt auch sichtbar sind. Nun wird der HF-Abgleich durchgeführt. Dabei sollte man die Anstiegsflanke und die obere linke Impuls-Dachecke beachten. Im Gehäuse hinter dem BNC-Stecker sieht man bei den Typen HZ51 und HZ54 je eine Trimmer-Schlitzschraube, beim Typ HZ52 aber 3 Schlitzschrauben. Damit ist der obere linke Dachanfang so gerade wie möglich einzustellen. Weder Überschwingen noch Abrundung sind zulässig. Für HZ51 und 54 ist das ganz einfach, beim 10:1 HF-Tastkopf HZ52 mit 3 Trimmern etwas schwieriger. Dafür bietet sich hier die Möglichkeit, die Anstiegsflankensteilheit zu beeinflussen und Löcher und/oder Höcker im Impulsdach direkt neben der Anstiegsflanke zu begradigen. Die Anstiegsflanke soll so steil wie möglich, das Dach aber dabei so geradlinig wie möglich sein. Der HF-Abgleich wird dadurch erleichtert, daß die 3 Trimmer je einen definierten Einflußbereich aufweisen (siehe die folgenden Zeichnungen).



Abgleich 1MHz

Abgleichpunkte der Tastköpfe

HZ51, HZ54



T_3: Einfluß auf die mittleren Frequenzen
T_4: Einfluß auf die Anstiegsflanke
T_5: Einfluß auf die tieferen Frequenzen

Nach beendetem HF-Abgleich ist auch bei 1MHz die Signalhöhe am Bildschirm zu kontrollieren. Sie soll denselben Wert haben wie oben beim 1kHz-Abgleich angegeben.

Andere als die oben angegebenen Tastteilertypen haben im allgemeinen größere Kopfdurchmesser und passen nicht in die Calibratorbuchsen. Für einen guten Techniker ist es nicht schwer, sich hierfür einen passenden Adapter anzufertigen. Wir weisen aber darauf hin, daß solche Tastteiler meist eine zu hohe Anstiegszeit haben, wodurch die Gesamt-Bandbreite von Oszilloskop mit Tastteiler weit unter der des HM604 liegt. Ferner fehlt fast immer die HF-Abgleichmöglichkeit. Dadurch sind bei höheren Folgefrequenzen Impulsform-Verzerrungen nicht auszuschließen.

Es wird darauf hingewiesen, daß die Reihenfolge erst 1kHz-, dann 1MHz-Abgleich einzuhalten ist, aber nicht wiederholt werden muß, und daß die Calibrator-Frequenzen 1kHz und 1MHz nicht zur Zeit-Eichung verwendet werden können. Ferner weicht das Tastverhältnis vom Wert 1:1 ab. Voraussetzung für einen einfachen und exakten Tastteilerabgleich (oder eine Ablenkkoeffizientenkontrolle) sind horizontale Impulsdächer, kalibrierte Impulshöhe und Nullpotential am negativen Impulsdach. Frequenz und Tastverhältnis sind dabei nicht kritisch.

Zur Beurteilung der Übertragungsgüte mit Hilfe der Sprungantwort sind kurze Impulsanstiegszeit und niederohmiger Generatorausgang besonders wichtig. Mit diesen Eigenschaften und der umschaltbaren Frequenz kann der Kalibrator des HM604 notfalls auch teure Rechteckgeneratoren ersetzen, z.B. beim Abgleich von Breitband-Teilern (Dämpfungsglieder) oder bei der Beurteilung von Breitband-Verstärkern.

Hierzu wird die entsprechende Schaltung eingangsseitig über einen geeigneten Tastkopf aus einer der **CAL.**-Buchsen des HM604 versorgt. Die Frequenz (**1kHz** oder **1MHz**) ist wählbar. Ist der Schaltungseingang hochohmig (1MΩ II 15-50pF), erhält man am Eingang der Schaltung (= BNC-Stecker-Ausgang des Tastteilers) eine der Teilung entsprechende Spannung (10:1 ≙ 20mV$_{ss}$; 100:1 ≙ ebenfalls 20mV$_{ss}$, beim 2V-Ausgang). Geeignet sind dazu die HAMEG-Typen HZ51, 52, 53 und 54. Ist der Schaltungseingang niederohmig (z.B. 50Ω), kann ein Tastkopf 1:1 verwendet werden. Dieser muß aber wirklich mit 50Ω abgeschlossen werden. Geeignet sind die HAMEG-Typen HZ50 und 54. Letzterer muß auf 1:1 umgeschaltet und sein HF-Trimmer unter der Isolierkappe des BNC-Steckers auf Linksanschlag gestellt werden. Am Schaltungseingang erhält man dann (an 50Ω) beim HZ50 ca. 40mV$_{ss}$, beim HZ54 ca. 24mV$_{ss}$, wenn der Tastkopf in der **CAL.**-Buchse **0.2V** steckt. Die hier angegebenen Spannungswerte haben eine größere Toleranz als 1%, weil der Betrieb 1:1 bei 50Ω-Belastung ganz ungewöhnlich ist. Eine Benutzung der **CAL.**-Buchse **2V** unter den gleichen Umständen ist nur mit dem **HZ54** möglich. Dann erhält man ca. 190mV$_{ss}$ an 50Ω, allerdings mit etwa verdoppelter Anstiegszeit. Genauere Spannungswerte im Betrieb 1:1 sind sofort mit dem HM604 meßbar, wenn direkt zwischen dem BNC-Stecker-Ausgang des Tastkopfes und dem Y-Eingang des Oszilloskops ein 50Ω-Durchgangsabschluß **HZ22** geschaltet ist.

Betriebsarten der Vertikalverstärker

Die gewünschte Betriebsart der Vertikalverstärker wird mit den 3 Tasten im Y-Feld gewählt. Bei ***Mono***-Betrieb stehen alle heraus. Dann ist nur ***Kanal I*** betriebsbereit. Bei ***Mono***-Betrieb mit ***Kanal II*** ist die Taste **CHI/II-TRIG.I/II** zu drücken.
Wird die Taste **DUAL** gedrückt, arbeiten beide Kanäle. Bei dieser Tastenstellung erfolgt die Aufzeichnung zweier Vorgänge nacheinander (alternate mode). Für das Oszilloskopieren sehr langsam verlaufender Vorgänge ist diese Betriebsart nicht geeignet. Das Schirmbild flimmert dann zu stark, oder es scheint zu springen. Drückt man noch die Taste **ADD**, werden beide Kanäle während einer Ablenkperiode mit einer hohen Frequenz ständig umgeschaltet (chop mode). Diese Betriebsart wird auf der Frontplatte, durch die Verbindung der Tasten **DUAL** und **ADD**, mit **CHOP**. gekennzeichnet. Sie ermöglicht die gleichzeitige, flimmerfreie Darstellung von langsam ablaufenden Vorgänge. Für Oszillogramme mit höherer Folgefrequenz ist die Betriebsart dual/alternierend vorzuziehen.
Ist nur die Taste **ADD** gedrückt, werden die Signale beider Kanäle addiert (**I** + **II** = Summendarstellung). Da beide Kanäle unabhängig voneinander invertiert werden können, sind auch Darstellungen der Differenz (–**I** + **II** bzw. +**I** – **II**) möglich. In diesen Betriebsarten ist die vertikale Position des Schirmbildes von den **Y-POS.**-Reglern beider Kanäle abhängig.

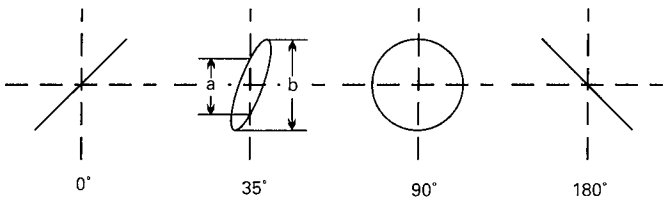
Signalspannungen zwischen zwei hochliegenden Schaltungspunkten werden oft im ***Differenzbetrieb*** beider Kanäle gemessen. Als Spannungsabfall an einem bekannten Widerstand lassen sich so auch Ströme zwischen zwei hochliegenden Schaltungsteilen bestimmen. Allgemein gilt, daß bei der Darstellung von Differenzsignalen die Entnahme der beiden Signalspannungen nur mit Tastteilern absolut gleicher Impedanz und Teilung erfolgen darf. Für manche Differenzmessungen ist es vorteilhaft, die Massekabel beider Tastteiler ***nicht*** mit dem Meßobjekt zu verbinden. Hierdurch können eventuelle Brumm- oder Gleichtaktstörungen verringert werden.

XY-Betrieb

Für ***XY-Betrieb*** wird die Taste **X-Y** im X-Feld betätigt. Das X-Signal wird über den Eingang von ***Kanal II*** zugeführt. ***Eingangsteiler und Feinregler von Kanal II werden im XY-Betrieb für die Amplitudeneinstellung in X-Richtung benutzt***. Zur horizontalen Positionseinstellung ist aber der **X-POS.**-Regler zu benutzen. Der Positionsregler und Invertierungsschalter von Kanal II sind im XY-Betrieb unwirksam. Max. Empfindlichkeit und Eingangsimpedanz sind nun in beiden Ablenkrichtungen gleich. Der X-Dehnungsschalter **X MAG. x10** sollte dabei nicht gedrückt sein. Die Grenzfrequenz in X-Richtung beträgt ca. 5 MHz (–3dB). Jedoch ist zu beachten, daß schon ab 50 kHz zwischen X und Y eine merkliche, nach höheren Frequenzen ständig zunehmende Phasendifferenz auftritt. Das Y-Signal kann mit Taste **INVERT** (Kanal I) umgepolt werden.
Der ***XY-Betrieb mit Lissajous-Figuren*** erleichtert oder ermöglicht gewisse Meßaufgaben:
- Vergleich zweier Signale unterschiedlicher Frequenz oder Nachziehen der einen Frequenz auf die Frequenz des anderen Signals bis zur Synchronisation. Das gilt auch noch für ganzzahlige Vielfache oder Teile der einen Signalfrequenz.
- Phasenvergleich zwischen zwei Signalen gleicher Frequenz.

Phasenvergleich mit Lissajous-Figur

Die folgenden Bilder zeigen zwei Sinus-Signale gleicher Frequenz und Amplitude mit unterschiedlichen Phasenwinkeln.



Die Berechnung des Phasenwinkels oder der Phasenverschiebung zwischen den X- und Y-Eingangsspannungen (nach Messung der Strecken **a** und **b** am Bildschirm) ist mit den folgenden Formeln und einem Taschenrechner mit Winkelfunktionen ganz einfach und übrigens ***unabhängig von den Ablenkamplituden*** auf dem Bildschirm.

Änderungen vorbehalten

$$\sin \varphi = \frac{a}{b}$$

$$\cos \varphi = \sqrt{1 - \left(\frac{a}{b}\right)^2}$$

$$\varphi = \text{arc sin } \frac{a}{b}$$

Hierbei muß beachtet werden:

- Wegen der Periodizität der Winkelfunktionen sollte die rechnerische Auswertung auf Winkel ≤90° begrenzt werden. Gerade hier liegen die Vorteile der Methode.
- Keine zu hohe Meßfrequenz benutzen. Oberhalb 120kHz kann die Phasenverschiebung der beiden Oszilloskop-Verstärker des HM604 im XY-Betrieb einen Winkel von 3° überschreiten.
- Aus dem Schirmbild ist nicht ohne weiteres ersichtlich, ob die Testspannung gegenüber der Bezugsspannung vor- oder nacheilt. Hier kann ein CR-Glied vor dem Testspannungseingang des Oszilloskops helfen. Als R kann gleich der 1MΩ-Eingangswiderstand dienen, so daß nur ein passender Kondensator C vorzuschalten ist. Vergrößert sich die Öffnungsweite der Ellipse (gegenüber kurzgeschlossenem C), dann eilt die Testspannung vor und umgekehrt. Das gilt aber nur im Bereich bis 90° Phasenverschiebung. Deshalb sollte C genügend groß sein und nur eine relativ kleine, gerade gut beobachtbare Phasenverschiebung bewirken.

Falls im XY-Betrieb beide Eingangsspannungen fehlen oder ausfallen, wird ein sehr heller Leuchtpunkt auf dem Bildschirm abgebildet. Bei zu hoher Helligkeitseinstellung (INTENS.-Knopf) kann dieser Punkt in die Leuchtschicht einbrennen, was entweder einen bleibenden Helligkeitsverlust oder, im Extremfall, eine vollständige Zerstörung der Leuchtschicht an diesem Punkt verursacht.

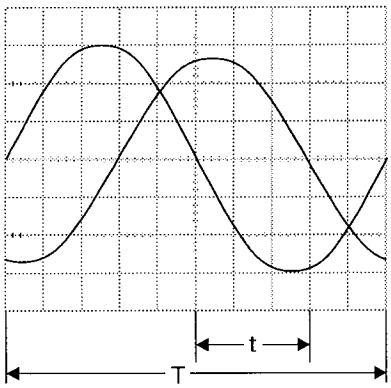
Phasendifferenz-Messung im Zweikanal-Betrieb

Eine größere Phasendifferenz zwischen zwei Eingangssignalen gleicher Frequenz und Form läßt sich sehr einfach im Zweikanalbetrieb (Taste **DUAL** gedrückt) am Bildschirm messen. Die Zeitablenkung wird dabei von dem Signal getriggert, das als Bezug (Phasenlage 0) dient. Das andere Signal kann dann einen vor- oder nacheilenden Phasenwinkel haben. Für Frequenzen ≥1kHz wird alternierende Kanalumschaltung gewählt; für Frequenzen <1kHz ist der Chopper-Betrieb geeigneter (weniger Flakkern). Die Ablesegenauigkeit wird hoch, wenn auf dem Schirm nicht viel mehr als eine Periode und etwa gleiche Bildhöhe beider Signale eingestellt wird. Zu dieser Einstellung können ohne Einfluß auf das Ergebnis auch die Feinregler für Amplitude und Zeitablenkung und der **LEVEL**-Knopf benutzt werden. Beide Zeitlinien werden vor der Messung mit den **Y-POS.**-Knöpfen auf die horizontale Raster-Mittellinie eingestellt. Bei sinusförmigen Signalen beobachtet man die Nulldurchgänge; die Sinuskuppen sind weniger genau. Ist ein Sinussignal durch geradzahlige Harmonische merklich verzerrt (Halbwellen nicht spiegelbildlich zur X-Achse) oder wenn eine Offset-Gleichspannung vorhanden ist, empfiehlt sich **AC**-Kopplung für ***beide*** Kanäle. Handelt es sich um Impulssignale gleicher Form, liest man ab an steilen Flanken.

Phasendifferenzmessung im Zweikanalbetrieb

t = Horizontalabstand der Nulldurchgänge in cm.
T = Horizontalabstand für eine Periode in cm.
Im Bildbeispiel ist **t** = 3cm und **T** = 10cm. Daraus errechnet sich eine Phasendifferenz in Winkelgraden von

$$\varphi° = \frac{t}{T} \cdot 360° = \frac{3}{10} \cdot 360° = 108°$$



oder in Bogengrad ausgedrückt

$$\text{arc } \varphi° = \frac{t}{T} \cdot 2\pi = \frac{3}{10} \cdot 2\pi = 1{,}885 \text{ rad}$$

Relativ kleine Phasenwinkel bei nicht zu hohen Frequenzen lassen sich genauer im XY-Betrieb mit Lissajous-Figur messen.

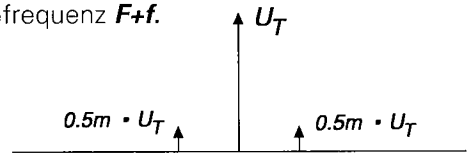
Messung einer Amplitudenmodulation

Die momentane Amplitude ***u*** im Zeitpunkt ***t*** einer HF-Trägerspannung, die durch eine sinusförmige NF-Spannung unverzerrt amplitudenmoduliert ist, folgt der Gleichung

$$u = U_T \cdot \sin\Omega t + 0{,}5m \cdot U_T \cdot \cos(\Omega-\omega)t - 0{,}5m \cdot U_T \cdot \cos(\Omega+\omega)t$$

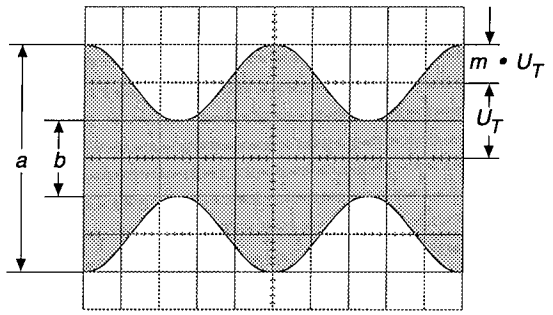
Hierin ist U_T = unmodulierte Trägeramplitude,
$\Omega = 2\pi F$ = Träger-Kreisfrequenz,
$\omega = 2\pi f$ = Modulationskreisfrequenz,
m = Modulationsgrad (i.a. ≤ 1 ≙ 100%).

Neben der Trägerfrequenz ***F*** entstehen durch die Modulation die untere Seitenfrequenz ***F–f*** und die obere Seitenfrequenz ***F+f.***



Figur 1
Spektrumsamplituden und -frequenzen bei AM (***m*** = 50%)

Das Bild der amplitudenmodulierten HF-Schwingung kann mit dem Oszilloskop sichtbar gemacht und ausgewertet werden, wenn das Frequenzspektrum innerhalb der Oszilloskop-Bandbreite liegt. Die Zeitbasis wird so eingestellt, daß mehrere Wellenzüge der Modulationsfrequenz sichtbar sind. Genau genommen sollte mit Modulationsfrequenz (vom NF-Generator oder einem Demodulator) extern getriggert werden). Interne Triggerung ist aber oft möglich mit Normaltriggerung unter Anwendung einer vergrößerten Hold-off-Zeit.



Figur 2
Amplitudenmodulierte Schwingung: ***F*** = 1MHz; ***f*** = 1kHz; ***m*** = 50%; $U_T = 28{,}3mV_{eff.}$

Oszilloskop-Einstellung für ein Signal entsprechend Figur 2:
Keine Taste drücken. ***Y*: CH. I; 20mV/cm; AC.**
TIME/DIV.: **0.2ms/cm.**
Triggerung: **NORMAL**; **AC**; int. mit Zeit-Feinsteller (oder externe Triggerung).

Liest man die beiden Werte ***a*** und ***b*** vom Bildschirm ab, so errechnet sich der Modulationsgrad aus

$$m = \frac{a-b}{a+b} \quad \text{bzw.} \quad m = \frac{a-b}{a+b} \cdot 100\,[\%]$$

Hierin ist $a = U_T\,(1+m)$ und $b = U_T\,(1-m)$.

Bei der Modulationsgradmessung können die Feinstellknöpfe für Amplitude und Zeit beliebig verstellt sein. Ihre Stellung geht nicht in das Ergebnis ein.

Triggerung und Zeitablenkung

Die Aufzeichnung eines Signals ist erst dann möglich, wenn die Zeitablenkung ausgelöst bzw. getriggert wird. Damit sich ein stehendes Bild ergibt, muß die Auslösung synchron mit dem Meßsignal erfolgen. Dies ist möglich durch das Meßsignal selbst oder eine extern zugeführte, aber ebenfalls synchrone Signalspannung. Steht der ***LEVEL***-Knopf gerastet in Stellung **AT**, wird immer eine Zeitlinie geschrieben, auch ohne angelegte Meßspannung. In dieser Stellung können praktisch alle unkomplizierten, sich periodisch wiederholenden Signale über 30 Hz Folgefrequenz stabil stehend aufgezeichnet werden. Die Bedienung der Zeitbasis beschränkt sich dann im wesentlichen auf die Zeiteinstellung.

Diese ***automatische „Zero"-Triggerung*** (Triggerung erfolgt bei Nulldurchgang des Signals) gilt prinzipiell auch für externe Triggerung über die Buchse **TRIG. INP.** Allerdings muß die dort anliegende (synchrone) Signalspannung etwa im Bereich $50mV_{ss}$ bis $0{,}5V_{ss}$ liegen.

Achtung! Signale, die nicht exakt Null durchlaufen (wie z.B. TTL low) sollten in den Stellungen **AC** oder **HF** des **TRIG.**-Wahlschalters gemessen werden. Andernfalls kann mit Hilfe des **LEVEL**-Einstellers (Norm) gearbeitet werden. Gleiches gilt auch für die Betriebsart **ALT**. (alternierende Triggerung).

Bei ***Normaltriggerung*** (**LEVEL**-Knopf nicht in **AT**-Stellung) kann die Auslösung bzw. Triggerung an jeder Stelle einer Signalflanke, durch entsprechende Einstellung des **LEVEL**-Reglers, erfolgen. Der mit dem **LEVEL**-Regler erfaßbare Triggerbereich ist stark abhängig von der Amplitude des dargestellten Signals. Ist sie kleiner als 1 cm, erfordert die Einstellung wegen des kleinen Fangbereiches etwas Feingefühl.

Durch Drücken der Taste **SLOPE +/–** wird die dargestellte Triggerflanke umgepolt. **SLOPE** ist unabhängig von der Stellung der **INVERT**-Tasten.

Bei interner Triggerung und Einkanal-Betrieb ergiebt sich die Triggerquellenumschaltung aus der Kanalumschaltung (**CHI/II-TRIG.I/II**). Im Zweikanal-Betrieb wird mit gleichen Taste bestimmt, welcher Kanal das Triggersignal zur Verfügung stellt. Dies gilt ebenso für die Summen- oder Differenzdarstellung mit gedrückter Taste **ADD**.

Mit alternierender Triggerung (Taste **ALT.** gedrückt) ***kann bei alternierendem DUAL-Betrieb auch von beiden Kanälen gleichzeitig intern mit Normaltriggerung gearbeitet werden. Die beiden Signalfrequenzen können dabei zueinander asynchron sein.*** Um die beiden Signale im Rasterfeld beliebig gegeneinander verschieben zu können, sollte wenn möglich für beide Kanäle **AC**-Eingangskopplung benutzt werden. Dann gilt etwa die gleiche Triggerschwelle von 5mm. Das Triggersignal wird dabei wechselweise dem gerade dargestellten Kanal entnommen. Die Darstellung nur eines Signals ist bei alternierendem Betrieb mit dieser Triggerart nicht möglich.

Für ***externe Triggerung*** ist die Triggertaste **EXT.** zu drükken und das Signal ($50mV_{ss}$ bis $0{,}5V_{ss}$) der Buchse **TRIG. INP.** zuzuführen.

Mit dem Triggerwahlschalter (**TRIG.**) sind unterschiedliche Ankopplungsarten des Triggersignals wählbar; dies gilt auch bei externer Triggerung. In den Stellungen **AC** oder **DC** werden kleine Signale (<2 cm) nur bis etwa 20MHz getriggert. Für höhere Signalfrequenzen (20-100MHz) ist auf Stell. **HF** umzuschalten. Prinzipiell triggert das Gerät in den Stellungen **AC** und **DC** auch bei Frequenzen über 20MHz; dabei erhöht sich allerdings die Triggerschwelle. Vorteilhaft ist, daß im Bereich bis 20MHz auch bei höchster Empfindlichkeit des Meßverstärkers durch Verstärkerrauschen entstehende Doppeltriggerung

Änderungen vorbehalten

weitgehend vermieden wird. Die untere Grenzfrequenz bei **AC**-Triggerung liegt etwa bei 20Hz. Die oben angegebenen Werte gelten für sinusförmige Signale. Sie sind bei interner Triggerung von der eingestellten Signalhöhe abhängig.

DC-Triggerung ist nur dann zu empfehlen, wenn bei ganz langsamen Vorgängen auf einen bestimmten Pegelwert des Meßsignals getriggert werden soll oder wenn impulsartige Signale mit sich während der Messung ständig ändernden Tastverhältnissen dargestellt werden müssen. ***Bei interner* DC-*Triggerung sollte immer mit Normaltriggerung gearbeitet werden.***

Zur ***Netztriggerung*** in Stellung ~ des **TRIG.**-Schalters wird eine (geteilte) Sekundärwicklungsspannung des Netztransformators als netzfrequentes Triggersignal (50-60 Hz) genutzt. Diese Triggerart ist unabhängig von Amplitude und Frequenz des Y-Signals und empfiehlt sich für alle Signale, die netzsynchron sind. Dies gilt ebenfalls in gewissen Grenzen für ganzzahlige Vielfache oder Teile der Netzfrequenz. Die Netztriggerung erlaubt eine Signaldarstellung auch unterhalb der Triggerschwelle. Sie ist deshalb u.a. besonders geeignet zur Messung kleiner Brummspannungen von Netzgleichrichtern oder netzfrequenter Einstreuungen in eine Schaltung.

Ein stark verrauschtes oder ein durch eine höhere Frequenz gestörtes Signal wird manchmal doppelt dargestellt. Unter Umständen läßt sich mit der* LEVEL-*Einstellung nur die gegenseitige Phasenverschiebung beeinflussen, aber nicht die Doppeldarstellung. Die zur Auswertung erforderliche stabile Einzeldarstellung des Signals ist aber durch die Vergrößerung der HOLD-OFF-Zeit leicht zu erreichen. Hierzu ist der* HOLD-OFF-*Knopf langsam nach links zu drehen, bis nur noch ein Signal abgebildet wird.

Eine Doppeldarstellung ist bei gewissen Impulssignalen möglich, bei denen die Impulse abwechselnd eine kleine Differenz der Spitzenamplituden aufweisen. Nur eine ganz genaue **LEVEL**-Einstellung ermöglicht die Einzeldarstellung. Der Gebrauch des **HOLD-OFF**-Knopfes vereinfacht auch hier die richtige Einstellung.

Nach Beendigung dieser Arbeit sollte der **HOLD-OFF**-Regler unbedingt wieder auf Rechtsanschlag zurückgedreht werden, weil sonst u.U. die Bildhelligkeit drastisch reduziert ist.

TV Triggerung

Sollen Video-Signale oszilloskopiert werden, schaltet man den **TV SEP.**-Schalter aus der **OFF** Stellung in eine der verbleibenden Raststellungen. Dadurch wird der **TRIG.**-Schalter in allen Stellungen wirkungslos.

Die Synchronimpuls-Abtrennstufe trennt die Synchronimpulse vom Bildinhalt, wobei in den Stellungen **V+** und **V–** (V = vertikal) aus den Vortrabanten der Bild-Synchronimpulse durch eine Zeitmessung ein Triggerimpuls erzeugt wird. Die Auswertung des Triggerimpulses ermöglicht eine Halbbilderkennung, die es erlaubt, auf das gewünschte Halbbild zu triggern. Ist die Taste **FIELDI/II** ungedrückt, beginnt bei **V**-Triggerung jeder Schreibvorgang mit dem ersten Halbbild. Bei gedrückter Taste wird mit dem 2. Halbbild begonnen.
In den Stellungen **H+** und **H–** (H = horizontal) ist jeder Sync.-Puls zum Triggern geeignet.
Auf die mit **+** gekennzeichneten Schalterstellungen ist zu schalten, wenn das Video-Signal am Oszilloskop-Eingang mit Sync.-Pulsen oberhalb des Bild- bzw. Zeilen-Inhalts anliegt. Sinngemäß ist auf **V–** oder **H–** zu schalten, wenn die Sync.-Pulse unterhalb des Bild- oder Zeilen-Inhalts liegen. Wird die Signaldarstellung invertiert, hat dies keinen Einfluß auf die Triggerung.
Ist der Triggerflankenwahlschalter **SLOPE** ungedrückt (**+**) wird auf die Sync-Puls Vorderflanke, andernfalls auf die Rückflanke getriggert. In den **V**-Stellungen ist dies nicht von Bedeutung.
Abgesehen von der Einstellung des **TV SEP.**-Schalters und der Taste **SLOPE** ist ein dem Meßzweck entsprechender Zeitkoeffizient am **TIME/DIV.**-Schalter einzustellen. Die bei **H** oder **V** Triggerung üblicherweise zu benutzenden Zeitkoeffizienten sind mit dem entsprechenden Symbol gekennzeichent.

Ist der Gleichspannungsanteil des Video-Signals so hoch, daß eine Darstellung auch unter Zuhilfenahme des **Y-POS**. Einstellers nicht möglich ist, sollte auf **AC** Eingangskopplung umgeschaltet werden. Hierbei treten allerdings mit wechselndem Bildinhalt Y-Positionsverschiebungen auf.
Für die Darstellung von in den Zeileninhalten vorkommenden asynchronen Signalanteilen (Burst usw.) siehe Abschnitt: **Ablenkverzögerung/After Delay Triggerung**.

Alle am **TIME/DIV.**-Schalter einstellbaren Zeitkoeffizienten beziehen sich auf die rechte Anschlagstellung des Feinreglers und eine Länge der Zeitlinie von 10 cm. Bei 10facher Dehnung der Zeitachse (Taste **X MAG. x10** gedrückt) ergibt sich dann in der **0.05µs/cm** Stellung des **TIME/DIV.**-Schalters zusammen eine maximale Auflösung von ca. 5ns/cm. Die Wahl des günstigsten Zeitbereiches hängt von der Folgefrequenz der angelegten Meßspannung ab. Die Anzahl der dargestellten Kurvenbilder erhöht sich mit der Vergrößerung des Zeitkoeffizienten (Zeitschalter nach links).

Arbeitsweise der variablen Hold-off-Zeit-Einstellung

Wenn das zu messende Signal eine komplexe Form hat und aus zwei oder mehreren sich wiederholenden Frequenzen (Perioden) besteht, kann die Triggerung problematisch sein. Hier ist die variable Hold-off-Zeit ein sehr gutes Hilfsmittel. Durch Variation der Pause (>5:1) zwischen zwei Vorläufen der Zeitablenkung ist es in der Regel immer möglich, ein stehendes Bild auf dem Schirm zu erhalten.

Die Arbeitsweise ist aus folgenden Abbildungen ersichtlich.

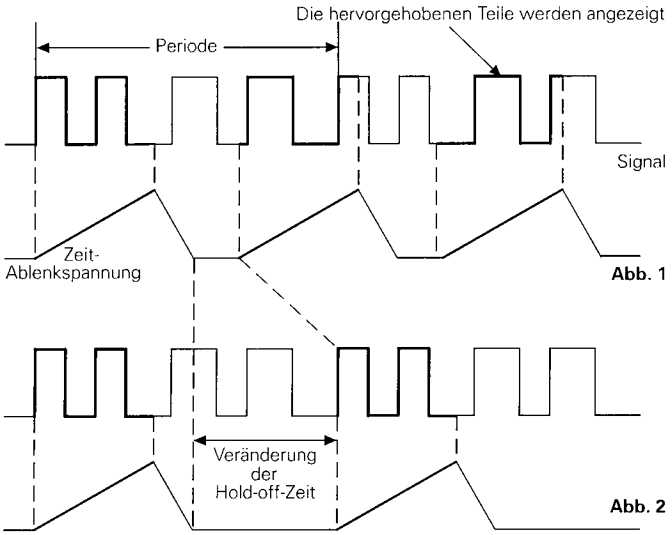


Abb. 1 zeigt das Schirmbild bei Rechtsanschlag des **HOLD-OFF**-Einstellknopfes (Grundstellung). Da verschiedene Teile des Kurvenzuges angezeigt werden, wird kein stehendes Bild dargestellt (Doppelschreiben).
Abb. 2: Hier ist die Hold-off-Zeit so eingestellt, daß immer die gleichen Teile des Kurvenzuges angezeigt werden. Es wird ein stehendes Bild dargestellt.

Trigger-Anzeige

Sowohl bei **AT**- wie auch bei **NORMAL**-Triggerung wird der getriggerte Zustand der Zeitablenkung durch die links neben dem **TRIG.**-Schalter angebrachte Leuchtdiode angezeigt. Das erleichtert eine feinfühlige **LEVEL**-Einstellung, besonders bei sehr niederfrequenten Signalen. Die die Triggeranzeige auslösenden Impulse werden nur etwa 100 ms gespeichert. Bei Signalen mit extrem langsamer Wiederholrate ist daher das Aufleuchten der Lampe mehr oder weniger impulsartig.

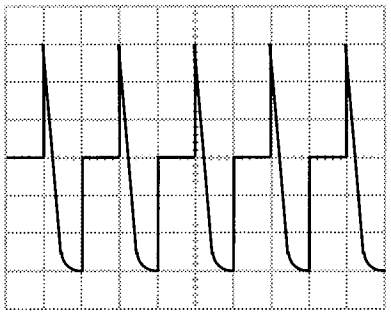
Ablenkverzögerung/After Delay Triggerung

Mit der Ablenkverzögerung kann die Auslösung der Zeitablenkung ab Triggerpunkt um eine vorwählbare Zeit (100 ns bis max. 1 s) verzögert werden. Damit besteht die Möglichkeit, praktisch an jeder Stelle einer Signalperiode mit der Zeitablenkung zu beginnen. Der dann dem Start der Zeitablenkung folgende Zeitabschnitt läßt sich durch Erhöhung der Ablenkgeschwindigkeit stark gedehnt darstellen (Zeitschalter nach rechts). Vom **5 µs/cm**-Bereich abwärts zu langsameren Ablenkgeschwindigkeiten hin ist mindestens ***100fache*** und einschließlich Dehnung **X MAG. x10** sogar ***1000fache Dehnung*** möglich. Bei Zeitkoeffizienten, die größer sind als 5µs/cm, erhöht sich die maximale Dehnung proportional. Jedoch verringert sich mit zunehmender Dehnung die Bildhelligkeit. Sie kann im Bedarfsfall erhöht werden (**INTENS.**-Regler weiter nach rechts drehen, **FOCUS**-Regler neu einstellen). In sehr hellen Räumen ist evtl. für die Betrachtung eines stark gedehnten Bildes ein Lichtschutztubus HZ47 erforderlich.

Wird, verursacht durch Jittern, das dargestellte Signal in X-Richtung unruhig dargestellt, besteht die Möglichkeit, dies durch zusätzliches Triggern nach Ablauf der Delay-Zeit zu verhindern (**DEL. TRIG.**).
Befindet sich der **TV SEP.**-Schalter in der **H**– bzw. **V**–Stellung, kann nach Ablauf der vom Benutzer eingestellten Delay-Zeit auf eine dann folgende Zeile getriggert werden. Damit sind z.B. Prüf- oder Datenzeilen einzeln darstellbar. Deshalb ist den Schaltstellungen **DEL. TRIG.** auch zusätzlich die Bezeichnung **TV** zugeordnet. Die Triggerflankenrichtung wird dabei durch die **+** oder **–** Stellung festgelegt.

Die Handhabung der Ablenkverzögerung ist relativ einfach. Ausgehend vom normalen Oszilloskop-Betrieb (**DELAY**-Schalter auf **OFF**) wird das zu verzögernde Signal zunächst mit 1 bis 3 Grundperioden dargestellt. Eine größere Anzahl verringert unnötig die Helligkeit eines stark gedehnten Bildes. Die Darstellung nur eines Teils einer Periode begrenzt die Wahl des gedehnten Zeitabschnitts und erschwert unter Umständen die Triggerung. Dagegen läßt sich der Bereich von ***1 bis 3 Grundperioden*** immer zwanglos mit dem **TIME/DIV.**-Schalter einstellen. Hierbei sollte man die X-Dehnung ***x 10*** abschalten, den **HOLD-OFF**-Knopf in Kalibrationsstellung **min.** belassen und den Zeit-Feinsteller auf **CAL.** stellen. Die LED-Anzeige neben dem DELAY-Hebelschalter leuchtet dabei nicht. Die Triggerung muß für den weiteren Verlauf auf eine gut triggernde Flanke eingestellt sein.

Figur 1



MODE : **NORM.**
TIME/DIV. : **0.5 ms/cm**
LED : aus

Nun wird der DELAY-Hebelschalter in Stellung **SEARCH** (= suchen) gesetzt. Dabei verschiebt sich der (linke) Anfang der Strahllinie mehr oder weniger nach rechts. Diese Verschiebung soll nicht mit dem **X-POS.**-Knopf aufgehoben werden. Steht der **DELAY**-Zeitbereichsschalter auf **0.1µs**, ist es möglich, daß unabhängig von dem am **TIME/DIV.**-Schalter eingestellten Zeitkoeffizienten die Verschiebung kaum sichtbar ist. Man dreht dann den Bereichsschalter so weit nach rechts, bis die Strahllinie möglichst kurz vor dem zu vergrößernden Zeitabschnitt beginnt. Die genaue Einstellung auf den Anfang des interessierenden Zeitabschnitts erfolgt mit dem DELAY-Feinstellknopf **VAR. 10:1** auf dem Bereichsschalter. Der Drehbereich des **VAR.**-Knopfes hat keinen Anschlag. An den Bereichsenden ist ein leichtes Klickgeräusch wahrnehmbar. Bei Beginn der DELAY-

Bedienungsfolge sollte er zweckmäßig in der linken Ausgangsposition stehen. Verschwindet die Zeitlinie nach dem Umschalten auf **SEARCH** völlig, ist normalerweise der **DELAY**-Bereichsschalter auf eine zu hohe Verzögerungszeit eingestellt. Er ist dann so weit nach links zu drehen, bis der Anfang der Strahllinie links vor dem zu vergrößernden Zeitabschnitt beginnt. In der **SEARCH**-Betriebsart blinkt die Leuchtdiode im DELAY-Feld.

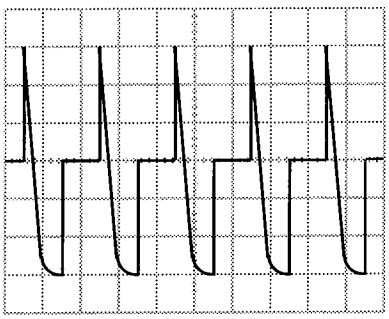
Figur 2

MODE	: **SEARCH**
DELAY-Zeitbereich	: **1 ms**
TIME/DIV.	: **0.5 ms/cm**
LED	: blinkt

Verzögerungszeit = 2,5 cm x 0,5 ms/cm = 1,25 ms

Aus Figur 2 erkennt man, daß die Verzögerungszeit auch meßbar ist. Sie ist identisch mit der eingestellten Verschiebung des Strahlanfangs. Man ermittelt sie durch Multiplikation der horizontalen Verschiebung in cm mit dem am **TIME/DIV.**-Schalter eingestellten Zeitkoeffizienten.
Nun kann der DELAY-Hebelschalter auf **DELAY** (Verzögerung der Zeitablenkung) umgeschaltet werden. Dabei rückt der Anfang der Strahllinie, beginnend mit dem gewählten Zeitabschnitt, wieder in die gleiche Position wie in der Betriebsart **OFF**. Die Anzeige im DELAY-Feld leuchtet jetzt stetig (siehe Figur 3).

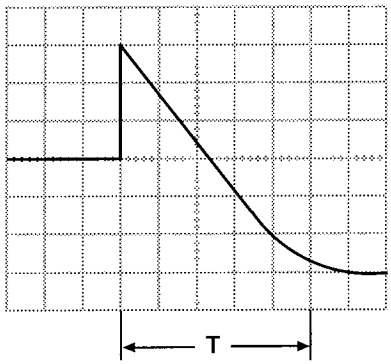
Figur 3



MODE	: **DELAY**
DELAY-Zeitbereich	: **1 ms**
TIME/DIV.	: **0.5 ms/cm**
LED	: Dauerlicht

Jetzt kann durch Hochschalten der Ablenkgeschwindigkeit der interessierende Zeitabschnitt stark gedehnt werden. Mit dem DELAY-Feinregler **VAR.** ist auch nachträglich eine beliebige Verschiebung des gedehnten Abschnitts möglich. Im Beispiel der Figur 4 ist zu sehen, daß eine zehnfache Dehnung durch das Umschalten des **TIME/DIV.**-Schalters von 0,5ms/cm auf **50µs/cm** erreicht wurde. Die Zeitmessung am gedehnten Signalabschnitt kann jetzt wegen der Dehnung mit erhöhter Genauigkeit erfolgen. Dabei wird die horizontale Länge in cm eines beliebigen Abschnitts multipliziert mit dem Zeitkoeffizienten, der am **TIME/DIV.**-Schalter gerade eingestellt ist. Der Zeit-Feinregler auf dem **TIME/DIV.**-Schalter muß in seiner kalibrierten Stellung **CAL.** stehen.

Figur 4



MODE	: **DELAY**
DELAY-Zeitbereich	: **1 ms**
TIME/DIV.	: **0.05 ms/cm**
LED	: Dauerlicht
Dehnung	: 0,5 x 10^{-3} : 50 x 10^{-6} = 10

T = 5cm x 50µs/cm = 250µs

Selbstverständlich ist die Dehnung nicht auf den im Beispiel gewählten Faktor 10 begrenzt. Wie bereits erwähnt, sind erheblich größere Dehnungen möglich, wenn der **TIME/DIV.**-Schalter noch weiter nach rechts gedreht werden kann. Eine Grenze bildet die mit steigender Dehnung abnehmende Strahlhelligkeit.
Wie bereits erwähnt, kann aus der **DELAY**-Position in die Schaltstellungen **DEL. TRIG.** weitergeschaltet werden. Nun erfolgt, nach Ablauf der mit dem **DELAY**-Zeitbereichsschalter und -Feinregler eingestellten Verzögerung, der Start der Zeitablenkung erst mit der nächsten Signalflanke. Bei TV-Triggerung ist die Nachtriggerflanke wählbar. Ohne TV-Trigger wird die Empfindlichkeit (**sense**) verändert (Pfeil nach oben = normal, Pfeil nach unten = verminderte Empfindlichkeit). Auch jetzt kann mit dem **DELAY**-Feinregler eine Verschiebung des gedehnten Signals vorgenommen werden. Dies erfolgt aber nicht, wie in der Schaltstellung **DELAY**, kontinuierlich, sondern von Triggerflanke zu Triggerflanke springend. Im Falle **TV**-Triggerung bedeutet dies, daß nicht nur auf Zeilensynchronimpulse, sondern auch auf im Zeileninhalt vorkommende Flanken getriggert werden kann.
Der Umgang mit der Ablenkverzögerung, besonders bei schwierig darzustellenden Signalgemischen, bedarf einer gewissen Erfahrung. Die Aufzeichnung von Ausschnitten einfacher Signalarten ist dagegen vom Anfang an problemlos. Es ist zu empfehlen, immer in der beschriebenen ***Reihenfolge*** **OFF-SEARCH-DELAY-DEL. TRIG.** vorzugehen, da sonst das Auffinden des gewünschten Zeitbereiches relativ schwierig sein kann. Der Einsatz der Ablenkverzögerung ist auch bei Zweikanalbetrieb und bei der Summen- und Differenzdarstellung möglich.

Delay-Anzeige

Die Betriebsarten der Ablenkverzögerung werden mit der links vom DELAY-Hebelschalter angeordneten LED angezeigt. Schaltet man auf **SEARCH**, beginnt die Leuchtdiode zu blinken. Dies soll ein besonderer Hinweis auf den nichtnormierten Zustand sein. Die Stellungen **DELAY** und **DEL. TRIG.** werden durch stetiges Leuchten angezeigt. Steht bei Normalbetrieb ***ohne*** Ablenkverzögerung der DELAY-Hebelschalter nicht auf **OFF**, können Fehleinwirkungen, wie z.B. Strahlverdunklung oder partielle Ausblendung, entstehen. Daher ist die Anzeige dieser Leuchtdiode besonders zu beachten.

Komponenten-Test

Der HM604 hat einen eingebauten Komponenten-Tester, der durch Drücken der **COMPONENT TESTER**-Taste sofort betriebsbereit ist. Der zweipolige Anschluß des zu prüfenden Bauelementes erfolgt über die Isolierbuchse im Component-Tester-Feld (rechts unter dem Bildschirm) und über eine der Masse-Buchsen im Y-Feld. Bei gedrückter Component-Tester-Taste sind sowohl die Y-Vorverstärker wie auch der Zeitbasisgenerator abgeschaltet. Jedoch dürfen Signalspannungen an den drei Front-BNC-Buchsen weiter anliegen. Deren Zuleitungen müssen also nicht gelöst werden (siehe aber unten „Tests direkt in der Schaltung"). Außer den **INTENS.**-, **FOCUS**- und **X-POS.**-Kontrollen haben die übrigen Oszilloskop-Einstellungen keinen Einfluß auf den Testbetrieb. Für die Verbindung des Testobjekts mit den CT-Buchsen sind zwei einfache Meßschnüre mit 4mm-Bananensteckern erforderlich. Nach beendetem Test kann durch Auslösen der **COMPONENT TESTER**-Taste der Oszilloskop-Betrieb übergangslos fortgesetzt werden.

Entsprechend der Schutzklasse des HM604 und der Schutzklasse eventuell über Meßkabel angeschlossener anderer Netzgeräte ist es möglich, daß die mit Massezeichen versehene Buchse mit dem Netzschutzleiter verbunden, also geerdet ist. Im allgemeinen ist das für den Test einzelner Bauteile ohne Belang.

Bei Tests in der Schaltung muß letztere unter allen Umständen vorher stromlos gemacht werden. Bei schutzgeerdeter Netzanschluß-Schaltung ist es dazu erforderlich, den Netzstecker der zu testenden Schaltung zu ziehen, damit auch deren Schutzerdverbindung aufgetrennt ist. Eine doppelte Schutzleiterverbindung würde zu falschen Testergebnissen führen.

Zum Schutz des Komponententesters und des Oszilloskops ist in Reihe mit der Component Tester-Buchse eine Feinsicherung geschaltet. Bei Fehlbedienung, z.B. zu prüfendes Gerät nicht vom Netz getrennt, schmilzt sie durch. Sie darf nur durch eine Sicherung gleichen Typs ersetzt werden. Dazu muß das Oszilloskop geöffnet sein (siehe Service-Anleitung S1, „Öffnen des Gerätes"). Die Sicherung befindet sich auf der Unterseite des Gerätes.
G-Sicherungseinsatz: Größe **5x20mm**, 250V~; C nach IEC 127, Bl.II; DIN 41661. Abschaltung: **flink (F), 50mA**.

Nur entladene Kondensatoren dürfen getestet werden!

Das Testprinzip ist von bestechender Einfachheit. Der Netztrafo im HM604 liefert eine netzfrequente Sinusspannung, die die Reihenschaltung aus Prüfobjekt und einem eingebauten Widerstand speist. Die Sinusspannung wird zur Horizontalablenkung und der Spannungsabfall am Widerstand zur Vertikalablenkung benutzt.

Ist das Prüfobjekt eine reelle Größe (z.B. ein Widerstand), sind beide Ablenkspannungen phasengleich. Auf dem Bildschirm wird ein mehr oder weniger schräger Strich dargestellt. Ist das Prüfobjekt kurzgeschlossen, steht der Strich senkrecht. Bei Unterbrechung oder ohne Prüfobjekt zeigt sich eine waagerechte Linie. Die Schrägstellung des Striches ist ein Maß für den Widerstandswert. Damit lassen sich ohmische Widerstände zwischen ***20*** Ω und ***4,7k*** Ω testen.

Kondensatoren und ***Induktivitäten*** (Spulen, Drosseln, Trafowicklungen) bewirken eine Phasendifferenz zwischen Strom und Spannung, also auch zwischen den Ablenkspannungen. Das ergibt ellipsenförmige Bilder. ***Lage und Öffnungsweite der Ellipse sind kennzeichnend für den Scheinwiderstandswert bei Netzfrequenz.*** Kondensatoren werden im Bereich ***0,1µF*** bis ***1000µF*** angezeigt.

Eine Ellipse mit horizontaler Längsachse bedeutet eine hohe Impedanz (kleine Kapazität oder große Induktivität).

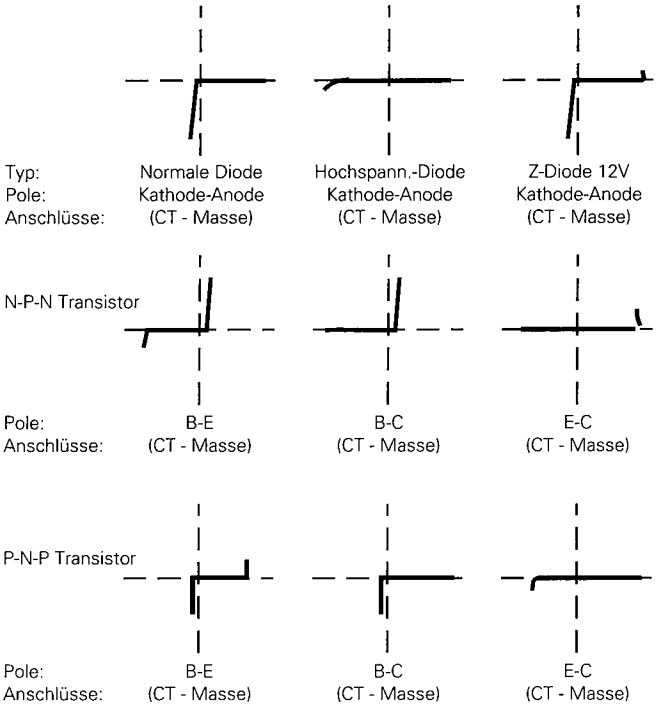
Eine Ellipse mit vertikaler Längsachse bedeutet niedrige Impedanz (große Kapazität oder kleine Induktivität).

Eine Ellipse in Schräglage bedeutet einen relativ großen Verlustwiderstand in Reihe mit dem Blindwiderstand.

Bei Halbleitern erkennt man die ***spannungsabhängigen Kennlinienknicke*** beim Übergang vom leitenden in den nichtleitenden Zustand. Soweit das spannungsmäßig möglich ist, werden ***Vorwärts- und Rückwärts-Charakteristik*** dargestellt (z.B. bei einer Z-Diode unter 12V). Es handelt sich immer um eine Zweipol-Prüfung; deshalb kann z.B. die Verstärkung eines Transistors nicht getestet werden, wohl aber die einzelnen Übergänge B-C, B-E, C-E. Da die am Testobjekt anliegende Spannung nur einige Volt beträgt, können die einzelnen Zonen fast aller ***Halbleiter zerstörungsfrei geprüft*** werden. Andererseits ist deshalb ein Test der Durchbruch- oder Sperrspannung an Halbleitern für hohe Speisespannung ausgeschlossen. Das ist im allgemeinen kein Nachteil, da im Fehlerfall in der Schaltung sowieso grobe Abweichungen auftreten, die eindeutige Hinweise auf das fehlerhafte Bauelement geben.
Recht genaue Ergebnisse erhält man beim ***Vergleich mit sicher funktionsfähigen Bauelementen*** des gleichen Typs und Wertes. Dies gilt insbesondere auch für Halbleiter. Man kann damit z.B. den kathodenseitigen Anschluß einer Diode oder Z-Diode mit unkenntlicher Bedruckung, die Unterscheidung eines p-n-p-Transistors vom komplementären n-p-n-Typ oder die richtige Gehäuseanschlußfolge B-C-E eines unbekannten Transistortyps schnell ermitteln.

Änderungen vorbehalten

Zu beachten ist hier der Hinweis, daß die ***Anschlußumpolung eines Halbleiters*** (Vertauschen von CT-Buchse mit Masse-Buchse) eine ***Drehung des Testbilds um 180°*** um den Rastermittelpunkt der Bildröhre bewirkt.



Wichtiger noch ist die einfache Gut-Schlecht-Aussage über Bauteile mit Unterbrechung oder Kurzschluß, die im Service-Betrieb erfahrungsgemäß am häufigsten benötigt wird.

Die übliche Vorsicht gegenüber einzelnen MOS-Bauelementen in Bezug auf statische Aufladung oder Reibungselektrizität wird dringend angeraten. Brumm kann auf dem Bildschirm sichtbar werden, wenn der Basis- oder Gate-Anschluß eines einzelnen Transistors offen ist, also gerade nicht getestet wird (Handempfindlichkeit).

Tests direkt in der Schaltung sind in vielen Fällen möglich, aber nicht so eindeutig. Durch Parallelschaltung reeller und/oder komplexer Größen besonders wenn diese bei Netzfrequenz relativ niederohmig sind ergeben sich meistens große Unterschiede gegenüber Einzelbauteilen. Hat man oft mit Schaltungen gleicher Art zu arbeiten (Service), dann hilft auch hier ein ***Vergleich mit einer funktionsfähigen Schaltung***. Dies geht sogar besonders schnell, weil die Vergleichsschaltung gar nicht unter Strom gesetzt werden muß (und darf!). Mit den Testkabeln sind einfach die identischen Meßpunktpaare nacheinander abzutasten und die Schirmbilder zu vergleichen. Unter Umständen enthält die Testschaltung selbst schon die Vergleichsschaltung, z.B. bei Stereo-Kanälen, Gegentaktbetrieb, symmetrischen Brückenschaltungen. In Zweifelsfällen kann ein Bauteilanschluß einseitig abgelötet werden. Genau dieser Anschluß sollte dann mit der ***CT-Prüfbuchse ohne Massezeichen*** verbunden werden, weil sich damit die Brummeinstreuung verringert. Die Prüfbuchse mit Massezeichen liegt an Oszilloskop-Masse und ist deshalb brummunempfindlich.

Beim Test in der Schaltung ist es notwendig, die an die BNC-Buchsen des HM604 angeschlossenen Meßkabel- und Tastteiler-Verbindungen zur Schaltung hin zu trennen. Sonst ist man nicht mehr wahlfrei bei der Meßpunkt-Abtastung (doppelte Masseverbindung).

Die Testbilder auf Seite M18 zeigen einige praktische Beispiele für die Anwendung des Komponenten-Testers.

Sonstiges

Sägezahn-Ausgang

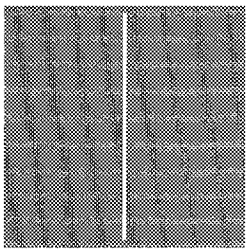
Die Sägezahnspannung des Ablenkgenerators (ca. $5V_{ss}$) ist über eine mit ⩘ gekennzeichnete Buchse an der Rückseite des Gerätes herausgeführt. Der Belastungswiderstand sollte nicht kleiner als 10kΩ‖47pF sein. Für die Entnahme ohne Gleichspannungspotential ist ein Kondensator zwischenzuschalten.

Y-Ausgang

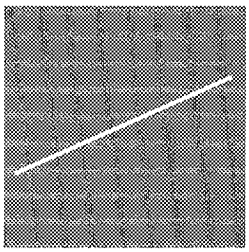
Der HM604 besitzt auch einen ***Y-Ausgang*** mit BNC-Buchse auf der Geräte-Rückseite. Die Ausgangsspannung beträgt im Leerlauf ca. $100mV_{ss}$ pro cm Schirmbildhöhe; sie ist phasengleich mit dem Eingangssignal. Die Y-Spannung wird dem Vertikalverstärker wie das Triggersignal entnommen und ist ebenso umschaltbar. Kanal I oder II wird mit der Taste **CHI/II-TRIG.I/II** im Y-Feld gewählt. Bei alternierender Kanalumschaltung (im Y-Feld nur Taste **DUAL** gedrückt) und alternierender Triggerung (im X-Feld die Taste **ALT.** gedrückt) wird der Y-Ausgang abwechselnd (im Takt der Zeitablenkung) von Kanal I und II gesteuert. Der Y-Ausgang ist unabhängig von der Y-Strahllage. Er reagiert also nicht auf Verstellung von **Y- POS.I** oder **Y-POS.II**, ebenso nicht auf die Invertierungstasten **INVERT**. Der Y-Ausgang ist gleichstromgekoppelt und liegt ungefähr auf Nullpotential. Seine Bandbreite ist ca. 60MHz, wenn er außen mit 50Ω abgeschlossen ist. Dann ist die Ausgangsspannung $>45mV_{ss}$ pro cm Schirmbildhöhe.
Der Y-Ausgang kann auch zur Steigerung der Oszilloskop-Eingangsempfindlichkeit benutzt werden. Es muß aber beachtet werden, daß am Y-Ausgang ein Gleichspannungs-Offset unvermeidlich ist, so daß sich diese Möglichkeit auf Wechselspannungen beschränkt. Im Regelfall sollte daher mit **AC**-Eingangskopplung gearbeitet werden. Außerdem muß darauf hingewiesen werden, daß wegen der zusätzlichen Verstärkung auch ein stärkeres Rauschen auftritt.
Das zu messende Signal (z.B. **$1mV_{ss}$**) wird an den Eingang von **Kanal I** angelegt, dessen Teilerschalter auf **2mV/cm** geschaltet ist. Es wird mit 5mm Signalamplitude dargestellt, was für die Triggerung ausreicht. Die Triggerung muß intern mit **Kanal I** als Triggerquelle erfolgen, damit das Signal am Y-Ausgang mit ca. **$25mV_{ss}$** an 50Ω anliegt. Vom Y-Ausgang ist über ein Meßkabel (z.B. **HZ34**), das mit einem 50Ω-Durchgangsabschluß (**HZ22**) abgeschlossen ist, die Verbindung zum Kanal II herzustellen und das Oszilloskop in den **DUAL**-Betrieb zu schalten. In der **5mV/cm** Stellung des Teilerschalters von **Kanal II** wird das Signal nun mit einer Signalhöhe von ca. 5cm dargestellt und ist besser auswertbar.

Testbilder

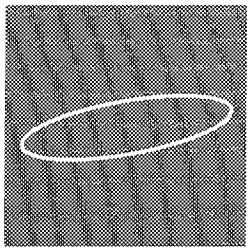
Testbilder Bauteile einzeln



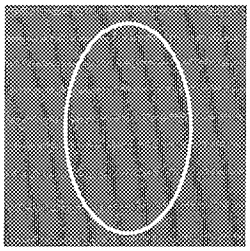
Kurzschluß



Widerstand 510Ω

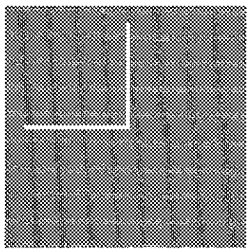


Netztrafo primär

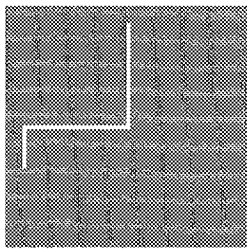


Kondensator 33µF

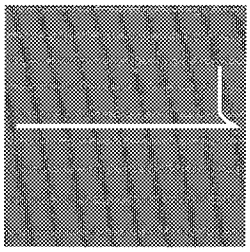
Testbilder Transistoren einzeln



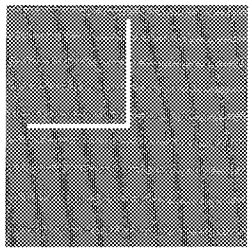
Strecke B-C



Strecke B-E

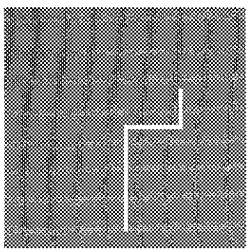


Strecke E-C

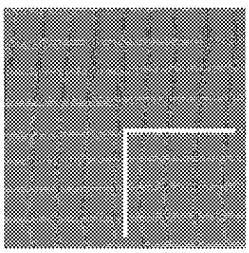


FET

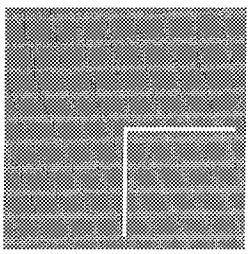
Testbilder Dioden einzeln



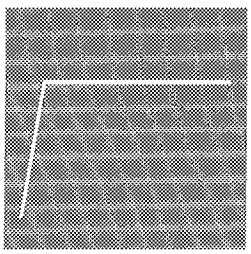
Z-Diode unter 8V



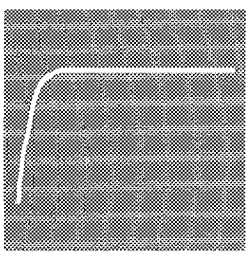
Z-Diode über 12V



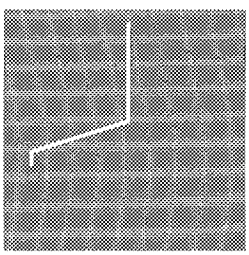
Siliziumdiode



Germaniumdiode

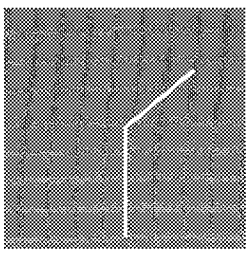


Gleichrichter

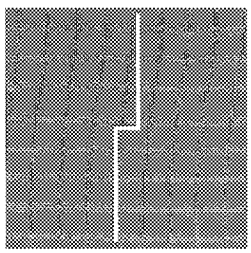


Thyristor, G u. A verbunden

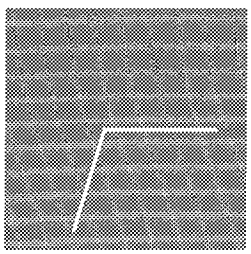
Testbilder Halbleiter in der Schaltung



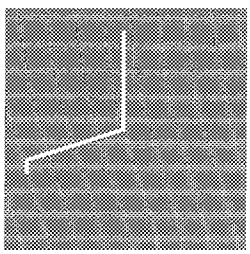
Diode parallel 680Ω



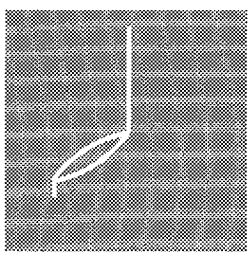
2 Dioden antiparallel



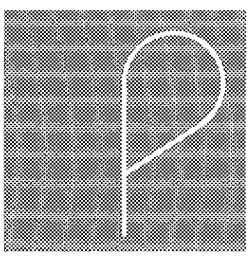
Diode in Reihe mit 51Ω



B-E parallel 680Ω



Strecke B-E mit 1µF+680Ω



Si.-Diode mit 10µF

Änderungen vorbehalten

Inbetriebnahme und Voreinstellungen

Gerät an Netz anschließen, Netztaste (oben rechts neben Bildschirm) drücken.
Leuchtdiode zeigt Betriebszustand an. ***Gehäuse, Chassis und Meßbuchsen-Massen sind mit dem Netzschutzleiter verbunden (Schutzklasse I).***
Keine weitere Taste drücken.
TRIG.-Wahlschalter auf **AC**. **TV SEP.**-Schalter in Stellung **OFF**. **LEVEL**-Knopf in **AT**-Stellung.
DELAY-Schiebeschalter in Stellung **OFF**, **HOLD-OFF**-Knopf auf Rechtsanschlag.
Am Knopf **INTENS.** mittlere Helligkeit einstellen.
Mit den Knöpfen **Y-POS.I** und **X-POS.** Zeitlinie auf Bildschirmmitte bringen.
Anschließend mit **FOCUS**-Knopf Zeitlinie scharf einstellen.

Betriebsart Vertikalverstärker

Kanal I: Alle Tasten im Y-Feld herausstehend.
Kanal: II: Taste **CHI/II-TRIG.I/II** gedrückt.
Kanal I und II: Taste **DUAL** gedrückt. Alternierende Kanalumschaltung (Taste **ADD** nicht drücken).
Chopper-Kanalumschaltung: Taste **DUAL** und **ADD** drücken.
(Signale <1kHz mit Chopper-Kanalumschaltung).
Kanäle I+II (Summe): Nur Taste **ADD** drücken.
Kanäle –I+II (Differenz): Beide Tasten **ADD** und **INVERT** (CH.I) drücken.
Kanäle +I–II (Differenz): Beide Tasten **ADD** und **INVERT** (CH.II) drücken.

Betriebsart Triggerung

Triggerart mit **LEVEL**-Knopf wählen:
AT = Automatische Triggerung, sonst Normaltriggerung.
Trigger-Flankenrichtung: mit Taste **SLOPE +/–** wählen.
Interne Triggerung: Kanal mit Taste **CHI/II-TRIG.I/II** wählen.
Interne alternierende Triggerung: Taste **ALT.** drücken (X-Feld, CHOP. darf nicht gedrückt sein).
Externe Triggerung: Taste **EXT.** drücken; Synchron-Signal ($50mV_{ss}$-$0{,}5V_{ss}$) auf Buchse **TRIG. INP.**
Netztriggerung: **TRIG.**-Wahlschalter auf **~**.
Triggerkopplung mit **TRIG.**-Wahlschalter **AC-DC-LF-HF** wählen.
Trigger-Frequenzbereich: **AC** und **DC** bis 20MHz, **HF** oberhalb 20MHz, **LF** unterhalb 50kHz.
Video-Signalgemische mit Zeilenfrequenz: **TV SEP.**-Schalter auf **H+** oder **H–**.
Video-Signalgemische mit Bildfrequenz: **TV SEP.** Schalter auf **V+** oder **V–**.
Halbbild mit **FIELDI/II** wählen.
Triggeranzeige beachten: Lampe neben **TRIG.**-Wahlschalter.

Messung

Meßsignal den Vertikal-Eingangsbuchsen von **CH.I** und/oder **CH.II** zuführen.
Tastteiler vorher mit eingebautem Rechteckgenerator **CAL.** abgleichen.
Meßsignal-Ankopplung auf **AC** oder **DC** schalten.
Mit Teilerschalter Signal auf gewünschte Bildhöhe einstellen.
Am **TIME/DIV.**-Schalter Zeitkoeffizienten wählen.
Triggerpunkt mit **LEVEL**-Knopf einstellen.
Komplexe oder aperiodische Signale evtl. mit vergrößerter **HOLD-OFF-Zeit** oder After Delay triggern.
Amplitudenmessung mit Y-Feinsteller auf Rechtsanschlag **CAL.**
Zeitmessung mit Zeit-Feinsteller auf Rechtsanschlag **CAL.**
X-Dehnung x10: Taste **X MAG. x10** drücken.
Externe Horizontalablenkung (***XY-Betrieb***) mit gedrückter Taste **X-Y** (X-Eingang: **CH.II**).
Ausschnittvergrößerung mit ***Ablenkverzögerung***:

Stellung **OFF**:	Normalbetrieb ohne Ablenkverzögerung (DELAY-Lampe dunkel).
Stellung **SEARCH**:	mit **DELAY**-Zeitbereichsschalter und DELAY-Zeit-Feinsteller **VAR.** den Beginn des Bildausschnitts einstellen (DELAY-Lampe blinkt).
Stellung **DELAY**:	durch Rechtsdrehen des **TIME/DIV.**-Schalters die Ausschnittlänge bzw. Dehnung wählen (DELAY-Lampe leuchtet ständig).
Stellung **DEL TRIG.**:	Flankenunabhängige Nachtriggerung; bei **TV** mit Flankenwahl.

Komponenten-Test

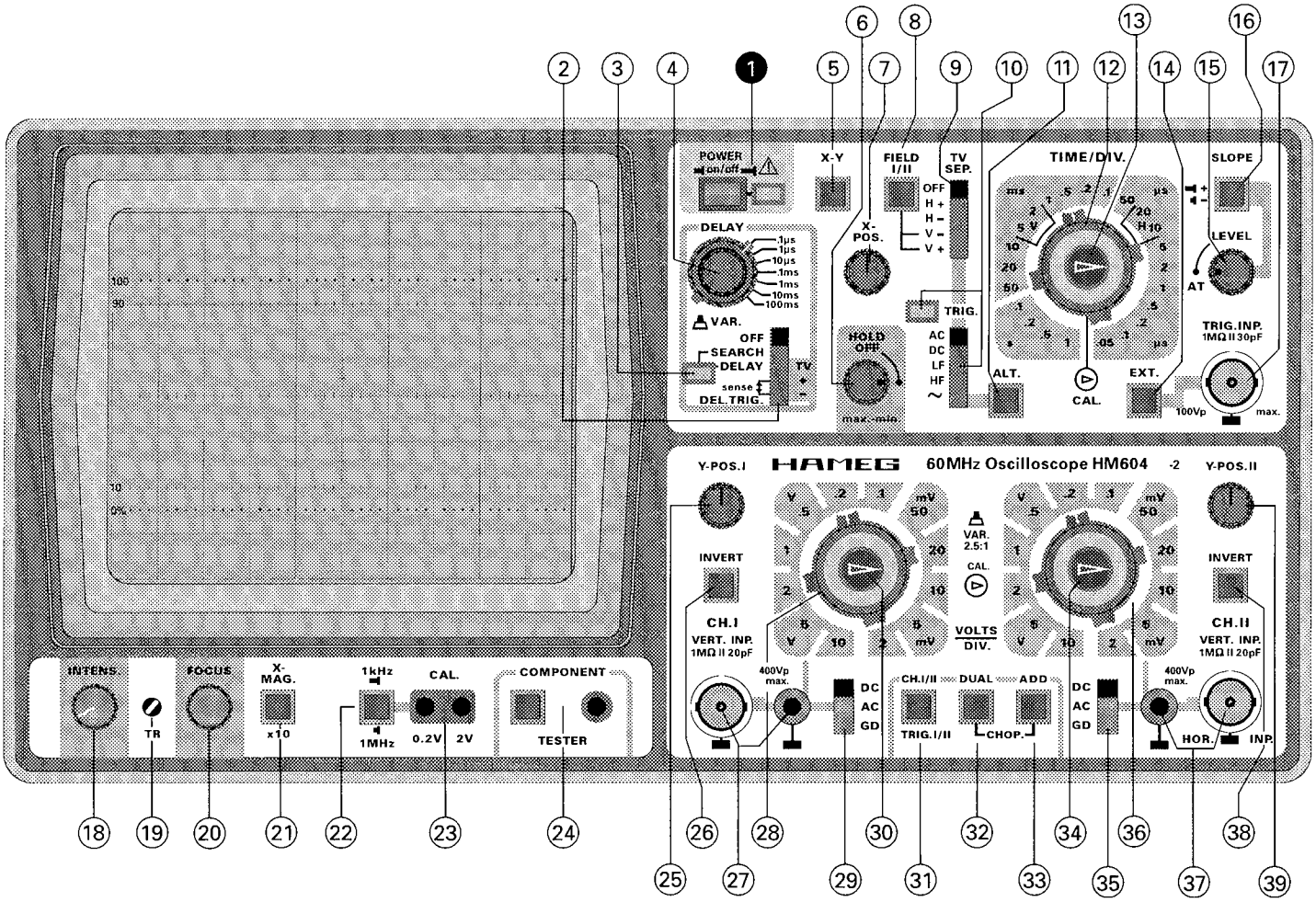
COMPONENT TESTER-Taste drücken.
Bauteil zweipolig an Component-Tester-Buchse und Masse-Buchse anschließen.
Test in der Schaltung: Schaltung spannungsfrei und massefrei (erdfrei) machen.
Netzstecker ziehen, Verbindungen mit HM604 lösen (Kabel, Tastteiler), dann erst testen.

Bedienungselemente HM 604-2 (Kurzbeschreibung – Frontbild)

Element	Funktion
❶ **POWER on/off** (Taste + LED-Anzeige)	Netz Ein/Aus; Leuchtdiode zeigt Betriebszustand an.
② DELAY **OFF, SEARCH, DELAY, DEL. TRIG. (TV+/–)** (Hebelschalter)	Betriebsarten für DELAY-Betrieb mit 5 Pos.: OFF = aus; SEARCH = Bereichseinstellung für Verzögerungszeit; DELAY = Verzögerung der Zeitbasis. Mit TIME/DIV. kann gedehnt werden. DEL. TRIG. = zusätzliches Triggern nach Ablauf der Verzögerungszeit. TV+/– = Wahl der Nchtrigger-Flankenrichtung bei TV-Triggerung.
③ DELAY (LED-Anzeige)	Anzeige für DELAY-Betriebsart: Stellung OFF = aus, SEARCH = blinkt und Stellung DELAY = leuchtet.
④ **DELAY** (7stufiger Drehschalter, großer Knopf. Feineinstellung = kleiner Knopf)	Einstellung der Ablenkverzögerungszeit. Nur wirksam in Stellung SEARCH, DELAY und DEL. TRIG. des DELAY-Schiebeschalters.
⑤ **X-Y** (Drucktaste)	XY-Betrieb.Bei gedrückter Taste X-Y wird die interne Zeitablenkung abgeschaltet. Die externe Horizontalablenkung erfolgt über CH II-Eingang. ***Achtung! Bei fehlender Zeitablenkung Einbrenngefahr.***
⑥ **HOLD OFF** (Drehknopf)	Verlängerung der Holdoff-Zeit zwischen den Ablenkperioden. Grundstellung = Rechtsanschlag.
⑦ **X-POS.** (Drehknopf)	Zur Strahlverschiebung in horizontaler Richtung.
⑧ **FIELD I/II** (Drucktaste)	Wahl des Halbbildes bei TV-Triggerung
⑨ **TV SEP.** (Hebelschalter)	Schalter für den TV-Sync.-Separator. OFF = normale Triggerung, H+/H– = Trig. f. Zeile (pos. od. neg.) V+/V– = Trig. f. Bild (pos. od. neg.)
⑩ **TRIG.** AC-DC-HF-LF-~ (Hebelschalter; LED-Anzeige)	Wahl der Triggerankopplung: **AC**: 10Hz – 20MHz. **DC**: 0 – 20MHz. **HF**: 50kHz – 100MHz. **LF**: 0 – 50kHz. **~**: Triggerung mit Netzfrequenz. LED leuchtet, wenn Zeitbasis getriggert ist.
⑪ **ALT.** (Drucktaste)	Die Triggerung erfolgt abwechselnd von KI und KII (im Zweikanalbetrieb).
⑫ **TIME/DIV.** (23stufiger Drehschalter)	Bestimmt Zeitkoeffizienten (Zeitablenkgeschwindigkeit) der Zeitbasis von 0.05µs/cm bis 1s/cm.
⑬ Variable Zeitbasiseinstellung (Drehknopf)	Zur Feineinstellung der Zeitbasis. Vermindert Zeitablenkgeschwindigkeit um den Faktor 2,5 (Linksanschlag). Für Zeitmessungen auf CAL. (Rechtsanschlag) stellen.
⑭ **EXT.** (Drucktaste)	Triggerung über externes Signal. Signalzuführung über Buchse ⑰.
⑮ **LEVEL** (Drehknopf)	Einstellen des Triggerpunktes. Automatische Triggerung in Stellung **AT** (Linksanschlag).
⑯ **SLOPE +/–** (Drucktaste)	Wahl der Triggerflanke.
⑰ **TRIG. INP.** (BNC-Buchse)	Eingang für externes Triggersignal. Taste ⑭ gedrückt.
⑱ **INTENS.** (Drehknopf)	Helligkeitseinstellung für den Kathodenstrahl.
⑲ **TR** Trimmpotentiometer (Einstellung mit Schraubenzieher)	Trace Rotation (Strahldrehung). Dient zur Kompensation des Erdmagnetfeldes. Der horizontale Strahl wird damit waagerecht gestellt.
⑳ **FOCUS** (Drehknopf)	Schärfeeinstellung für den Kathodenstrahl.

Element	Funktion
㉑ **X-MAG. x10** (Drucktaste)	Dehnung der X-Achse um den Faktor 10. Max. Auflösung = 5ns/cm.
㉒ **1kHz – 1MHz** (Drucktaste)	Frequenz des Kalibrator-Ausgangs Taste herausstehend = 1kHz; Taste gedrückt = 1MHz.
㉓ **CAL. 0.2V-2V** (Testbuchsen)	Kalibrator-Rechteckausgang, $0.2V_{pp}$ bzw. $2V_{pp}$ (Frequenzeinstellung ㉒)
㉔ **COMPONENT TESTER** (Drucktaste und 4mm-Buchse)	Bei gedrückter Taste arbeitet das Gerät als Komponententester .Das zu prüfende Bauteil wird an die Testbuchse und die Massebuchse angeschlossen.
㉕ **Y-POS.I** (Drehknopf)	Einstellung der vertikalen Position des Strahles für Kanal I.
㉖ **INVERT** (CHI) (Drucktaste)	Bei gedrückter Taste wird die Polarität von Kanal I umgedreht. In Verbindung mit ADD-Taste ㉝ = Differenzdarstellg. (Geht nicht auf Triggerung ein).
㉗ **CH. I** (BNC-Buchse) Masse (4mm-Buchse)	Signaleingang Kanal I. Eingangsimpedanz 1MΩ‖20pF. Separate Massebuchse.
㉘ **VOLTS/DIV.** Y-Verstärkung (12stufig. Drehschalter)	Eingangsteiler, Kanal I. Bestimmt den Y-Verstärkungsfaktor in 1-2-5 Schritten und gibt den Umrechnungsfaktor an (V/cm, mV/cm).
㉙ **DC – AC – GD** (Schiebeschalter)	Schalter für die Eingangssignalankopplung von Kanal I. DC = direkte Ankopplung, AC = Ankopplung über einen Kondensator, GD = Oszilloskop-Eingang kurzgeschlossen; Eingangssignal offen.
㉚ Variable Y-Verstärkung (Drehknopf)	Zur Feineinstellung der Y-Amplitude (Kanal I). Vermindert die Verstärkung max. um den Faktor 2,5 (Linksanschlag). Muß für Amplitudenmessungen in Stellung CAL. stehen (Rechtsanschlag).
㉛ **CH I/II - TRIG. I/II** (Drucktaste)	Keine Taste gedrückt: Kanal I-Betrieb und Triggerung von Kanal I. Taste gedrückt: Kanal II-Betrieb und Triggerung von Kanal II. (Triggerwahl bei DUAL- u. ADD-Betr.).
㉜ **DUAL** (Drucktaste) **CHOP.**	Taste nicht gedrückt: Einkanalbetrieb. Taste DUAL gedrückt: Zeikanalbetrieb mit alternierender Umschaltung. DUAL und ADD. gedrückt: Zweikanalbetrieb mit Chopper-Umschaltung.
㉝ **ADD.** (Drucktaste)	ADD allein gedrückt: Algebr. Addition. In Kombination mit INVERT: Differenz.
㉞ Variable Y-Verstärkung (Drehknopf)	Zur Feineinstellung der Y-Amplitude (Kanal II). Vermindert die Verstärkung max. um den Faktor 2,5 (Linksanschlag). Muß für Amplitudenmessungen in Stellung CAL. stehen (Rechtsanschlag).
㉟ **DC – AC – GD** (Schiebeschalter)	Schalter für die Eingangssignalankopplung von Kanal II. Sonst wie ㉙.
㊱ **VOLTS/DIV.** Y-Verstärkung (12stufig. Drehschalter)	Eingangsteiler, Kanal II. Bestimmt den Y-Verstärkungsfaktor in 1-2-5 Schritten und gibt den Umrechnungsfaktor an (V/cm, mV/cm).
㊲ **CH. II** (BNC-Buchse) Masse (4mm-Buchse)	Signaleingang Kanal II. Eingangsimpedanz 1MΩ‖20pF. Separate Massebuchse.
㊳ **INVERT** (CHI) (Drucktaste)	Bei gedrückter Taste wird die Polarität von Kanal I umgedreht. Sonst wie ㉖.
㊴ **Y-POS.II** (Drehknopf)	Einstellung der vertikalen Position des Strahles für Kanal II. Bei XY unwirksam.

Änderungen vorbehalten


POWER
on/off
X-Y
FIELD I/II
TV SEP.
OFF
H +
H –
V –
V +
TIME/DIV.
SLOPE
LEVEL
AT
DELAY
1µs
1µs
10µs
1ms
1ms
10ms
100ms
VAR.
OFF
SEARCH
DELAY
sense
DEL.TRIG.
TV
X-POS.
HOLD OFF
max.-min.
TRIG.
AC
DC
LF
HF
ALT.
CAL.
EXT.
100Vp
TRIG.INP.
1MΩ II 30pF
max.
Y-POS.I
HAMEG
60MHz Oscilloscope HM604
-2
Y-POS.II
INVERT
CH.I
VERT. INP.
1MΩ II 20pF
VAR.
2.5:1
CAL.
VOLTS
DIV.
INVERT
CH.II
VERT. INP.
1MΩ II 20pF
400Vp
max.
DC
AC
GD
CH.I/II
DUAL
ADD
TRIG.I/II
CHOP.
HOR.
INP.
INTENS.
TR
FOCUS
X-
MAG.
x10
1kHz
1MHz
CAL.
0.2V
2V
COMPONENT
TESTER

Testplan

Allgemeines

Dieser Testplan soll helfen, in gewissen Zeitabständen und ohne großen Aufwand an Meßgeräten die wichtigsten Funktionen des HM604 zu überprüfen. Aus dem Test eventuell resultierende Korrekturen und Abgleicharbeiten im Innern des Gerätes sind in der Service-Anleitung beschrieben. Sie sollten jedoch nur von Personen mit entsprechender Fachkenntnis durchgeführt werden.
Wie bei den Voreinstellungen ist darauf zu achten, daß zunächst alle vier Knöpfe mit Pfeilen in Kalibrierstellung stehen. Keine der Tasten soll gedrückt sein, **LEVEL**-Knopf in **AT**-Stellung, **TRIG.**-Wahlschalter auf **AC**, **DELAY**-Hebelschalter auf **OFF**. Es wird empfohlen, das Oszilloskop schon ca. 30 Minuten vor Testbeginn einzuschalten.

Strahlröhre, Helligkeit und Schärfe, Linearität, Rasterverzeichnung

Die Strahlröhre im HM604 hat normalerweise eine gute Helligkeit. Ein Nachlassen derselben kann nur visuell beurteilt werden. Eine gewisse Randunschärfe ist jedoch in Kauf zu nehmen. Sie ist röhrentechnisch bedingt. Zu geringe Helligkeit kann die Folge zu kleiner Hochspannung sein. Dies erkennt man leicht an der dann stark vergrößerten Empfindlichkeit des Vertikalverstärkers. Der Einstellbereich für maximale und minimale Helligkeit muß so liegen, daß kurz vor Linksanschlag des **INTENS.**-Einstellers der Strahl gerade verlöscht und bei Rechtsanschlag die Schärfe und Strahlbreite noch akzeptabel sind. ***Auf keinen Fall darf bei maximaler Intensität mit Zeitablenkung der Rücklauf sichtbar sein. Auch bei gedrückter Taste* X-Y *muß sich der Strahl völlig verdunkeln lassen.*** Dabei ist zu beachten, daß bei starken Helligkeitsveränderungen immer neu fokussiert werden muß. Außerdem soll bei max. Helligkeit kein „Pumpen" des Bildes auftreten. Letzteres bedeutet, daß die Stabilisation der Hochspannungsversorgung nicht in Ordnung ist. Das Potentiometer für maximale Helligkeit ist nur innen zugänglich (siehe Abgleichplan und Service-Anleitung).
Ebenfalls röhrentechnisch bedingt sind gewisse Toleranzen der Linearität und Rasterverzeichnung. Sie sind in Kauf zu nehmen, wenn die vom Röhrenhersteller angegebenen Grenzwerte nicht überschritten werden. Auch hierbei sind speziell die Randzonen des Schirms betroffen. Ebenso gibt es Toleranzen der Achsen- und Mittenabweichung. Alle diese Grenzwerte werden von HAMEG überwacht. Das Aussuchen einer toleranzfreien Bildröhre ist praktisch unmöglich (zu viele Parameter).

Astigmatismuskontrolle

Es ist zu prüfen, ob sich die maximale Schärfe waagerechter und senkrechter Linien bei derselben **FOCUS**-Knopfeinstellung ergibt. Man erkennt dies am besten bei der Abbildung eines Rechtecksignals höherer Frequenz (ca. 1MHz). Bei normaler Helligkeit werden mit dem **FOCUS**-Regler die waagerechten Linien des Rechtecks auf die bestmögliche Schärfe eingestellt. Die senkrechten Linien müssen jetzt auch die maximale Schärfe haben. Wenn sich diese jedoch durch die Betätigung des **FOCUS**-Reglers verbessern läßt, ist eine Astigmatismus-Korrektur erforderlich. Hierfür befindet sich im Gerät ein Potentiometer von 50kΩ (siehe Abgleichplan und Service-Anleitung).

Symmetrie und Drift des Vertikalverstärkers

Beide Eigenschaften werden im wesentlichen von den Eingangsstufen bestimmt. ***Die Prüfung und Korrektur des Teilerschalter-Offset erfolgt wie in der Betriebsanleitung beschrieben***.

Einen gewissen Aufschluß über die Symmetrie von Kanal I/II und des Y-Endverstärkers erhält man beim Invertieren. Bei guter Symmetrie darf sich die Strahllage um etwa 5mm ändern. Gerade noch zulässig wäre 1cm. Größere Abweichungen weisen auf eine Veränderung im Vertikalverstärker hin.

Eine weitere Kontrolle der Y-Symmetrie ist über den Stellbereich der **Y-POS.**-Einstellung möglich. Man gibt auf den Y-Eingang ein Sinussignal von etwa 10-100kHz (Signalkopplung dabei auf **AC**). Wenn dann bei einer Bildhöhe von ca. 8cm der **Y-POS. I**-Knopf nach beiden Seiten bis zum Anschlag gedreht wird, muß der oben und unten noch sichtbare Teil ungefähr gleich groß sein. Unterschiede bis 1cm sind noch zulässig.

Die Kontrolle der Drift ist relativ einfach. Nach etwa ***10 Minuten Einschaltzeit*** wird der Strahl exakt auf Mitte Bildschirm gestellt. In der folgenden Stunde darf sich die Strahllage um nicht mehr als 5mm verändern. Größere Abweichungen werden oft durch unterschiedliche Einzeldaten von FETs im Eingang des Y-Vorverstärkers verursacht. Teilweise werden Driftschwankungen auch von dem am Gate vorhandenen Offsetstrom beeinflußt. Dieser ist zu hoch, wenn sich beim Durchdrehen des betreffenden Teilerschalters über alle Stellungen ohne Signal die vertikale Strahllage insgesamt um mehr als 1mm verändert. Manchmal treten solche Effekte erst nach längerer Betriebszeit des Gerätes auf.

Kalibration des Vertikalverstärkers

Die Ausgangsbuchsen des Kalibrators geben eine Rechteckspannung von ***0,2V$_{ss}$*** bzw. ***2V$_{ss}$*** ab. Sie haben normalerweise eine Toleranz von nur 1%. Stellt man eine direkte Verbindung zwischen der 0,2V-Ausgangs-Buchse und dem Eingang des Vertikalverstärkers her (Tastkopf 1:1), muß das aufgezeichnete Signal in Stellung **50mV/cm *4cm hoch*** sein (Feineinstellknopf des Teilerschalter auf Rechtsanschlag **CAL.**; Signalankopplung **DC**).

Abweichungen von maximal 1,2mm (3%) sind gerade noch zulässig. Wird zwischen der 2V-Ausgangs-Buchse und Meßeingang ein ***Tastteiler 10:1*** geschaltet, muß sich die gleiche Bildhöhe ergeben. Bei größeren Toleranzen sollte man erst klären, ob die Ursache im Vertikalverstärker selbst oder in der Amplitude der Rechteckspannung zu suchen ist. Unter Umständen kann auch ein zwischengeschalteter Tastteiler fehlerhaft oder falsch abgeglichen sein oder zu hohe Toleranzen haben. Gegebenenfalls ist die Kalibration des Vertikalverstärkers mit einer exakt bekannten Gleichspannung möglich (**DC**-Signalankopplung!). Die Strahllage muß sich dann entsprechend dem eingestellten Ablenkkoeffizienten verändern.

Der Feineinstellknopf am Teilerschalter vermindert am Linksanschlag die Eingangsempfindlichkeit in jeder Schalterstellung mindestens um den Faktor 2,5. Stellt man den Teilerschalter auf **50mV/cm**, soll sich die Kalibratorsignal-Höhe von 4cm auf maximal 1,6cm verringern lassen.

Übertragungsgüte des Vertikalverstärkers

Die Kontrolle der Übertragungsgüte ist nur mit Hilfe eines Rechteckgenerators mit kleiner Anstiegszeit (max. 5ns) möglich. Der eingebaute CALIBRATOR ist also für diesen Zweck geeignet (1MHz). Bei Verwendung eines externen Rechteckgenerators muß das Verbindungskabel dabei direkt am Vertikaleingang des Oszilloskops mit einem Widerstand gleich dem Kabel-Wellenwiderstand (z.B. HAMEG HZ34 mit HZ22) abgeschlossen sein. Zu kontrollieren ist mit 100Hz, 1kHz, 10kHz, 100kHz und 1MHz. Dabei darf das aufgezeichnete Rechteck, besonders bei 1MHz und einer Bildhöhe von 4-5cm, kein Überschwingen zeigen. Jedoch soll die vordere Anstiegsflanke oben auch nicht nennenswert verrundet sein. Bei den angegebenen Frequenzen dürfen weder Dachschrägen noch Löcher oder Höcker im Dach auffällig sichtbar werden. Einstellung: Ablenkkoeffizient **5mV/cm**; Signalankopplung auf **DC**; Y-Feinsteller in Kalibrationsstellung **CAL.**. Im allgemeinen treten nach Verlassen des Werkes keine größeren Veränderungen auf, so daß normalerweise auf diese Prüfung verzichtet werden kann.

Allerdings ist für die Qualität der Übertragungsgüte nicht nur der Meßverstärker von Einfluß. Der vor den Verstärker geschaltete ***Eingangsteiler ist in jeder Stellung frequenzkompensiert***. Bereits kleine kapazitive Veränderungen können die Übertragungsgüte herabsetzen. Fehler dieser Art werden in der Regel am besten mit einem Rechtecksignal niedriger Folgefrequenz (z.B. 1kHz) erkannt. Wenn ein solcher Generator mit max. $40V_{ss}$ zur Verfügung steht, ist es empfehlenswert, in gewissen Zeitabständen alle Stellungen der Eingangsteiler zu überprüfen und, wenn erforderlich, nachzugleichen (Abgleich entsprechend Abgleichplan). Allerdings ist hierfür noch ein kompensierter ***2:1-Vorteiler*** erforderlich, welcher auf die Eingangsimpedanz des Oszilloskops abgeglichen wird. Er kann selbstgebaut oder unter der Typenbezeichnung HZ23 von HAMEG bezogen werden. Wichtig ist nur, daß der Teiler abgeschirmt ist. Zum Selbstbau benötigt man an elektrischen Bauteilen einen 1MΩ-Widerstand (±1%) und, parallel dazu, eine C-Trimmer 3/15pF parallel mit etwa 10pF. Diese Parallelschaltung wird einerseits direkt mit dem Vertikaleingang **I** bzw. **II**, andererseits über ein möglichst kapazitätsarmes Kabel mit dem Generator verbunden. Der Vorteiler wird in Stellung **5mV/cm** auf die Eingangsimpedanz des Oszilloskops abgeglichen (Feineinstellknopf auf **CAL.**; Signalankopplung auf **DC**; Rechteckdächer exakt horizontal ohne Dachschräge). Danach soll die Form des Rechtecks in jeder Eingangsteilerstellung gleich sein.

Betriebsarten: CH.I/II-TRIG.I/II, DUAL, ADD, CHOP., INVERTI/II und XY-Betrieb

Wird die Taste **DUAL** gedrückt, müssen sofort zwei Zeitlinien erscheinen. Bei Betätigung der **Y-POS.**-Knöpfe sollten sich die Strahllagen gegenseitig nicht beeinflussen. Trotzdem ist dies auch bei intakten Geräten nicht ganz zu vermeiden. Wird ein Strahl über den ganzen Schirm verschoben, darf sich die Lage des anderen dabei um maximal 1mm verändern.

Ein Kriterium bei Chopperbetrieb ist die Strahlverbreiterung und Schattenbildung um die Zeitlinie im oberen oder unteren Bildschirmbereich. Normalerweise darf beides nicht sichtbar sein. **TIME/DIV.**-Schalter dabei auf **1µs/cm**; Tasten **DUAL** und **ADD** (=CHOP.) drücken. Signalkopplung auf **GD**; **INTENS.**-Knopf auf Rechtsanschlag; **FOCUS**-Einstellung auf optimale Schärfe. Mit den beiden **Y-POS.**-Knöpfen wird eine Zeitlinie auf +2cm, die andere auf –2cm Höhe gegenüber der horizontalen Mittellinie des Rasters geschoben. Nicht auf die Chopperfrequenz (0,5MHz) synchronisieren! Mehrmals Taste **CHOP.** auslösen und drücken. Dabei müssen Spurverbreiterung und periodische Schattenbildung vernachlässigbar sein.

Wesentliches Merkmal bei **I+II** (nur Taste **ADD** gedrückt) oder –**I+II**-Betrieb (Taste **INVERT** CH.I zusätzlich gedrückt) ist die Verschiebbarkeit der Zeitlinie mit ***beiden*** **Y-POS.**-Knöpfen.

Bei XY-Betrieb (**X-Y**-Taste gedrückt) muß die Empfindlichkeit in beiden Ablenkrichtungen gleich sein. Dabei sollen die beiden Feinsteller auf Rechtsanschlag (**CAL.**) stehen und die Drucktaste **X MAG. x10** ungedrückt sein. Gibt man das Signal des eingebauten Rechteckgenerators auf den Eingang von Kanal II, muß sich horizontal, wie bei Kanal in vertikaler Richtung, eine Ablenkung von ***4cm*** ergeben (**50mV/cm**-Stellung).

Die Prüfung der Einzelkanaldarstellung mit der Taste **CHI/II-TRIG.I/II** erübrigt sich. Sie ist indirekt in den oben angeführten Prüfungen bereits enthalten.

Änderungen vorbehalten

Kontrolle Triggerung

Wichtig ist die interne Triggerschwelle. Sie bestimmt, ab welcher Bildhöhe ein Signal exakt stehend aufgezeichnet wird. Beim HM604 sollte sie bei ca. 5mm liegen. Eine noch empfindlichere Triggerung birgt die Gefahr des Ansprechens auf den Stör- und Rauschpegel in sich. Dabei können phasenverschobene Doppelbilder auftreten. Eine Veränderung der Triggerschwelle ist nur intern möglich. Die Kontrolle erfolgt mit irgendeiner Sinusspannung zwischen 50Hz und 1MHz bei automatischer Triggerung (**LEVEL**-Knopf in **AT**-Stellung). Danach ist festzustellen, ob die gleiche Triggerempfindlichkeit auch mit Normaltriggerung (**LEVEL**-Knopf ***nicht*** in **AT**-Stellung) vorhanden ist. Durch Drücken der **SLOPE +/–** Taste muß sich der Kurvenanstieg der ersten Schwingung umpolen. Der HM604 muß, bei einer Bildhöhe von ≥5mm und **HF**-Einstellung der Triggerkopplung, Sinussignale bis 100MHz einwandfrei intern triggern.

Zur externen Triggerung (Taste **EXT.** gedrückt) sind mindestens 50mV_{ss} Spannung (synchron zum Y-Signal) an der Buchse **TRIG. INP.** erforderlich.

Die TV-Triggerung wird mit einem FBAS-Videosignal umschaltbarer Polarität überprüft. Dabei ist jede Polarität in den Stellungen **V** und **H** zu testen.

Wird mit einem ***Sinussignal ohne Gleichspannungsanteil*** intern oder extern getriggert, dann darf sich beim Umschalten von **AC** auf **DC** des **TRIG.**-Wahlschalters das Bild nicht horizontal verschieben.

Im alternierenden Zweikanal-Betrieb müssen zwei verschiedene Signale (z.B. Netzfrequenz und Kalibratorsignal) in Stellung **ALT.** einwandfrei (intern) getriggert werden. Bei Chopper-Zweikanal-Betrieb darf in der Stellung **ALT.** nur eine Triggerung von Kanal **I** möglich sein und keine Darstellung der Chopperfrequenz erfolgen.

Werden beide Vertikalverstärkereingänge **AC**-gekoppelt an das gleiche Signal geschaltet und im alternierenden Zweikanal-Betrieb (nur Taste **DUAL** gedrückt) beide Strahlen auf dem Bildschirm exakt zur Deckung gebracht, dann darf in keiner Stellung der Tasten **CH.I/II-TRIG.I/II** und **ALT.** oder beim Umschalten des **TRIG.**-Wahlschalters von **AC** auf **DC** eine Änderung des Bildes sichtbar sein.

Eine Kontrolle der ***Netztriggerung (50-60Hz)*** in Stellung **~** des **TRIG.**-Wahlschalters ist mit einer netzfrequenten Eingangsspannung (auch harmonisch oder subharmonisch) möglich. Um zu kontrollieren, ob die Netztriggerung bei sehr kleiner oder großer Signalspannung nicht aussetzt, sollte die Eingangsspannung bei ca. 1V liegen. Durch Drehen des betreffenden Eingangsteilerschalters (mit Feinsteller) laßt sich die dargestellte Signalhöhe dann beliebig variieren.

Zeitablenkung

Steht für die Überprüfung der Zeitbasis kein exakter Markengeber zur Verfügung, kann man auch mit einem genau geeichten Sinusgenerator arbeiten. Seine Frequenztoleranz sollte nicht größer als ±1% sein. Die Zeitwerte des HM604 werden zwar mit ±3% angegeben; in der Regel sind sie jedoch wesentlich besser. Zur gleichzeitigen Kontrolle der Linearität sollten immer mind. 10 Schwingungen, d.h. ***alle cm ein Kurvenzug*** abgebildet werden. Zur exakten Beurteilung wird mit Hilfe der **X-POS**.-Einstellung die Spitze des ersten Kurvenzuges genau hinter die erste vertikale Linie des Rasters gestellt. Die Tendenz einer evtl. Abweichung ist schon nach den ersten Kurvenzügen erkennbar.

Recht genau kann man die Bereiche **20** und **10ms/cm** mit Netzfrequenz ***50Hz*** kontrollieren. Es wird dann bei **20ms/cm** alle cm und bei **10ms/cm** alle 2cm ein Kurvenzug abgebildet.

Die folgende Tabelle zeigt, welche Frequenzen für den jeweiligen Bereich benötigt werden.

1s/cm	–	1Hz	0.1ms/cm	–	10kHz
0.5s/cm	–	2Hz	50µs/cm	–	20kHz
0.2s/cm	–	5Hz	20µs/cm	–	50kHz
0.1s/cm	–	10Hz	10µs/cm	–	100kHz
50ms/cm	–	20Hz	5µs/cm	–	200kHz
20ms/cm	–	50Hz	2µs/cm	–	500kHz
10ms/cm	–	100Hz	1µs/cm	–	1MHz
5ms/cm	–	200Hz	0.5µs/cm	–	2MHz
2ms/cm	–	500Hz	0.2µs/cm	–	5MHz
1ms/cm	–	1kHz	0.1µs/cm	–	10MHz
0.5ms/cm	–	2kHz	0.05µs/cm	–	20MHz
0.2ms/cm	–	5kHz			

Dreht man den Zeit-Feineinsteller bis zum Anschlag nach links, werden ***mindestens 2,5 Kurvenzüge/cm*** geschrieben (Messung bei **5µs/cm**).
Drückt man die Taste **X MAG. x10**, dann erscheint nur alle ***10cm*** (±5%) ein Kurvenzug (Zeit-Feinsteller auf **CAL**.; Messung bei **5µs/cm**). Die Toleranz läßt sich aber leichter in Stellung **50µs/cm** erfassen (ein Kurvenzug pro cm).

Die Sägezahnausgangspannung an der mit ⎍ bezeichneten BNC-Buchse auf der Geräterückseite läßt sich mit einem Kontroll-Oszilloskop überprüfen. Dieses wird auf einen Ablenkkoeffizienten von 1V/cm und auf einen Zeitkoeffizienten, der um eine Stufe langsamer ist als der am zu testenden Oszilloskop, eingestellt. Man sollte dann 2 bzw. 2,5 Wellen eines positiv ansteigenden Sägezahn mit einer Amplitude von etwa ***5V_{ss}*** auf dem Kontrollschirm sehen können. Dabei sollte dem zu prüfenden Oszilloskop keine Eingangsspannung (und keine Triggerspannung) zugeführt werden. Die Sägezahnspannung wird dem Kontroll-Oszilloskop mit einem ***nicht abgeschlossenen*** 50Ω-BNC-BNC-Kabel zugeführt. Gleichzeitig kann die Wirkung der **HOLD-OFF**-Zeiteinstellung kontrolliert werden.

Eine quantitative Messung der Hold-Off-Zeit-Variation ist ohne Eingriff in das Gerät nicht möglich (Helltastimpuls ist kürzer als Vorlauflänge des Sägezahns).

Ablenkverzögerung

Die Ablenkverzögerung darf in der **DELAY**-Hebelschalterstellung **OFF** keinerlei Einfluß auf die Bilddarstellung des Kalibratorsignals zeigen. In der Schalterstellung **SEARCH** ist eine Kontrolle der Verzögerungszeit über die Länge des verdunkelten Strahls möglich. Beim Umschalten auf **DELAY** springt das Bild genau auf die übliche Strahlposition nach links; das Signalbild hat also wieder die volle horizontale Länge von ≥10cm. In der Stellung **DEL. TRIG.** beginnt die Darstellung stets mit der nachtriggernden Flanke. Im TV-Betrieb ist +/– -Wahl möglich.

Im gesamten Einstellbereich des DELAY-Feinstellers* VAR. 10:1 *müssen die abgebildeten Kurvenzüge ohne momentane Strahlverdunklung verschiebbar sein.
Dies kann mit einem Kalibrator-Signal geprüft werden. ***Einstellung:*** Kalibrator-Buchse (**0.2V/1kHz**) mit Vertikal-Eingangsbuchse **CH.I** verbinden, Eingangskopplung **DC**, Schalterstellung **50mV/cm**, **TRIG.**-Wahlschalter auf **AC**, **LEVEL**-Knopf gedrückt (automatische Triggerung), **TIME/DIV.**-Schalter auf **1ms/cm**, keine Taste drücken. Der DELAY-Schiebeschalter wird zuerst auf **NORM.** gestellt. Jetzt sieht man das Kalibrator-Signal mit 4cm Bildhöhe und etwa 1 Wellenzug pro cm. Nun wird auf **SEARCH** umgeschaltet, wobei die DELAY-Lampe blinkt. Der **DELAY**-Drehschalter ist auf Bereich **1ms** zu stellen. Dann wird der DELAY-Feinsteller **VAR. 10:1** gedreht, bis das halbe Bild links verdunkelt ist. Die Verzögerungszeit beträgt jetzt 5ms.

Nach Umschalten auf **DELAY** ist das Signalbild wieder voll sichtbar; die DELAY-Lampe zeigt Dauerlicht. Jetzt kann das Bild gedehnt werden. Hierzu wird der **TIME/DIV.**-Schalter von 1ms/cm auf **1µs/cm** nach rechts gedreht. Die Dehnung ist damit 1000fach. Mit dem DELAY-Feineinsteller kann die nächstliegende Flanke des Calibrator-Signals in Schirmmitte gebracht und auf die oben angegebenen Kritierien geprüft werden. Bei 1000facher Dehnung ist im allgemeinen die Bildhelligkeit zu erhöhen (mit **INTENS.**- und **FOCUS**-Einstellung). Größere Dehnungen sind durchaus möglich; die Grenzen werden durch Helligkeitsverringerung und Generator-Jittern bestimmt.

Komponenten-Tester

Nach Druck auf die **Component-Tester**-Taste muß bei offener Component-Tester-Buchse sofort eine horizontale Strahllinie von ca. ***8cm Länge*** erscheinen. Verbindet man die Buchse mit einer der Masse-Buchsen, muß sich eine vertikale Linie von ca. ***6cm Höhe*** zeigen. Die angegebenen Maße tolerieren etwas. Sie sind u.a. abhängig von der Netzspannung.

Korrektur der Strahllage

Die Strahlröhre hat eine zulässige Winkelabweichung von ±5° zwischen der X-Ablenkplattenebene D1 D2 und der horizontalen Mittelinie des Innenrasters. Zur Korrektur dieser Abweichung und der von der Aufstellung des Gerätes abhängigen erdmagnetischen Einwirkung muß das mit **TR** bezeichnete Potentiometer (links unter dem Bildschirm) nachgestellt werden. Im allgemeinen ist der Strahldrehbereich asymmetrisch. Es sollte aber kontrolliert werden, ob sich die Strahllinie mit dem **TR**-Potentiometer etwas schräg ***nach beiden Seiten*** um die horizontale Rastermittellinie einstellen läßt. Beim HM604 mit geschlossenem Gehäuse genügt ein Drehwinkel von ±0,57° (1mm Höhenunterschied auf 10cm Strahllänge) zur Erdfeldkompensation.

Sonstiges

Die Prüfung des ***Y-Ausgangs*** (**Y**-Buchse auf der Geräte-Rückseite) kann am Bildschirm im 2Kanal-Betrieb mit Hilfe des Kalibrator-Signals erfolgen. Hierzu wird die Kalibrator-Buchse (**0.2V/1kHz**) direkt an den Vertikaleingang von **CH.I** und der Y-Ausgang mit einem BNC-Kabel und einem 50Ω-Durchgangsabschluß an den Vertikaleingang von **CH.II** angeschlossen. ***Einstellung:*** Teilerschalter **CH.I** auf **50mV/cm**, Teilerschalter **CH.II** auf **0.1V/cm**, Eingangskopplungen von **CH.I** auf **DC** und von **CH.II** auf **GD**, Zeitkoeffizient **0.5ms/cm**, automatische Triggerung (**LEVEL**-Knopf in AT-Stellung), **TRIG.**-Wahlschalter auf **AC**, keine Taste gedrückt. Jetzt sieht man das Rechtecksignal mit ***4cm*** Bildhöhe. Mit **Y-POS.I** werden die Rechteckdächer auf ±2cm von der horizontalen Raster-Mittellinie eingestellt. Dann drückt man die Taste **DUAL**. Die nun erscheinende zweite Zeitlinie (ohne Signal) wird mit **Y-POS.II** auf –2cm eingestellt. Nun kann die Eingangskopplung von **CH.II** auf **DC** umgeschaltet werden. Jetzt erscheint das Signal des Y-Ausgangs mit gleicher Phasenlage wie das Kalibratorsignal von Kanal **I**. Sowohl der DC-Offset (z.B. +0,8cm = +80mV) wie auch die Amplitude (z.B. 2cm = ***0,2V$_{ss}$***) des Y-Ausgangs können gemessen werden. Die Empfindlichkeit würde sich zu 0,2V:4cm = ***50mV/cm*** errechnen. Ohne 50Ω-Abschluß ergeben sich doppelt so große Werte.

Steht ein kontinuierlich einstellbarer Netztrafo zur Verfügung, sollte unbedingt auch das ***Verhalten bei Netzspannungsänderungen*** überprüft werden. Innerhalb einer Schwankung von ±10% bezogen auf die am Spannungswähler (Rückwand) eingestellte Netzspannung dürfen sich im normalen Oszilloskop-Betrieb weder in Y- noch in X-Richtung auf dem Bildschirm irgendwelche Änderungen zeigen.

Änderungen vorbehalten

Allgemeines

Die folgenden Hinweise sollen dem Elektronik-Techniker helfen, am HM604 auftretende Abweichungen von den Solldaten zu korrigieren. Dabei werden anhand des Testplanes erkannte Mängel besonders berücksichtigt. Ohne genügende Fachkenntnisse sollte man jedoch keine Eingriffe im Gerät vornehmen. Es ist dann besser, den schnell und preiswert arbeitenden HAMEG-Service in Abspruch zu nehmen. Er ist so nah wie Ihr Telefon. Unter der Direktwahl-Nummer 069/6780520 erhalten Sie auch technische Auskünfte. Wir empfehlen, Reparatureinsendungen an HAMEG nur im Originalkarton vorzunehmen und eine Fehlerbeschreibung mitzuliefern. (Siehe auch „Garantie", Seite M 2).

Öffnen des Gerätes

Löst man die zwei Schrauben am Gehäuse-Rückdeckel, kann dieser nach hinten abgezogen werden. Vorher ist die Netzkabel-Steckdose aus dem eingebauten Kaltgerätestecker herauszuziehen. Hält man den Gehäusemantel fest, läßt sich das Chassis mit Frontdeckel nach vorn hinausschieben. Beim späteren Schließen des Gerätes ist darauf zu achten, daß sich der Gehäusemantel an allen Seiten richtig unter den Rand des Frontdeckels schiebt. Das gleiche gilt auch für das Aufsetzen des Rückdeckels.

Warnung

Beim Öffnen oder Schließen des Gehäuses, bei einer Instandsetzung oder bei einem Austausch von Teilen muß das Gerät von allen Spannungsquellen getrennt sein. Wenn danach eine Messung, eine Fehlersuche oder ein Abgleich am geöffneten Gerät unter Spannung unvermeidlich ist, so darf das nur durch eine Fachkraft geschehen, die mit den damit verbundenen Gefahren vertraut ist.

Bei Eingriffen in den HM604 ist zu beachten, daß die Gesamt-Beschleunigungsspannung der Bildröhre ca. 13kV und die Spannung der Endstufen bis zu 140V beträgt. Solche Potentiale befinden sich an der Röhrenfassung sowie auf der oberen, der unteren, der direkt neben dem Röhrenhals und der hinter der Röhre befindlichen Leiterplatte. Solche Potentiale sind ferner an den Check-Leisten auf der unteren und der hinteren Leiterplatte vorhanden. Sie sind lebensgefährlich. Daher ist größte Vorsicht geboten. Ferner wird darauf hingewiesen, daß Kurzschlüsse an verschiedenen Stellen des Bildröhren-Hochspannungskreises den gleichzeitigen Defekt diverser Halbleiter bewirken können. Aus dem gleichen Grund ist das Zuschalten von Kondensatoren an diesen Stellen bei eingeschaltetem Gerät sehr gefährlich.

Kondensatoren im Gerät können noch geladen sein, selbst wenn das Gerät von allen Spannungsquellen getrennt wurde. Normalerweise sind die Kondensatoren 6 Sekunden nach dem Abschalten entladen. Da aber bei defektem Gerät eine Belastungsunterbrechung nicht auszuschließen ist, sollten nach dem Abschalten der Reihe nach alle Anschlüsse der Check-Leisten 1 Sekunde lang über 1kΩ mit Masse (Chassis) verbunden werden.

Größte Vorsicht ist mit dem Umgang der Strahlröhre geboten. Der Glaskolben darf unter keinen Umständen mit gehärteten Werkzeugen berührt oder örtlich überhitzt (Lötkolben!) oder unterkühlt (Kältespray!) werden. Wir empfehlen das Tragen einer Schutzbrille (Implosionsgefahr).

Betriebsspannungen

Außer den beiden Wechselspannungen für Strahlröhrenheizung (6,3V) und Netztriggerung (12V) werden im HM604 acht Betriebsgleichspannungen erzeugt. Sie sind alle elektronisch stabilisiert (+12V, +5V, −12V, 5V, +68V, +140V, −1800V und +11kV Nachbeschleunigungsspannung). Bis auf die +12V sind die anderen Betriebsspannungen nicht einstellbar. Im Falle einer größeren Abweichung als ±2% vom Sollwert muß ein Defekt vorliegen. Für die Korrektur der +12V Betriebsspannung befindet sich auf der XY-Leiterplatte ein Trimmpotentiometer. Der Meßpunkt für +12V befindet sich an der Check-Leiste auf der XY-Leiterplatte.

Minimale Helligkeit

Für die Einstellung befindt sich auf der rückwärtigen Leiterplatte ein Trimmpotentiometer (siehe Abgleichplan). Es darf nur mit einem gut isolierten Schraubenzieher betätigt werden (Vorsicht Hochspannung). Nach dem Abgleich ist zu kontrollieren, ob der Strahl auch bei gedrückter **X-Y**-Taste verdunkelt werden kann. Richtig eingestellt, müssen die im Testplan beschriebenen Forderungen erfüllt sein.

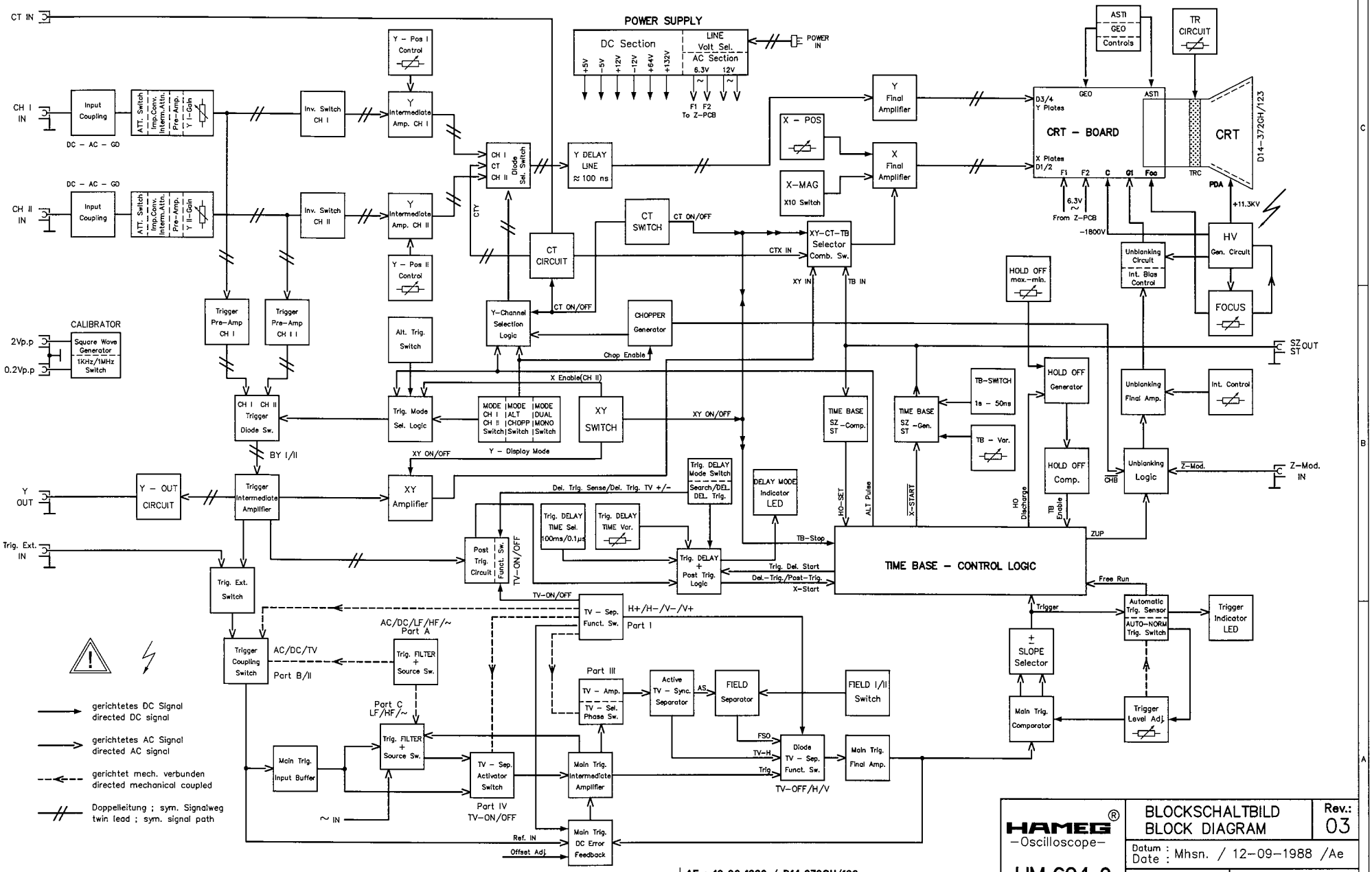
Astigmatismus

Auf der hinteren Leiterplatte befindet sich ein Trimmpotentiometer, mit dem der Astigmatismus bzw. das Verhältnis zwischen vertikaler und horizontaler Schärfe korrigiert werden kann (siehe Abgleichplan). Die richtige Einstellung ist auch abhängig von der Y-Plattenspannung (ca. +41.5V). Man sollte diese daher vorsichtshalber vorher kontrollieren. Die Astigmatismuskorrektur erfolgt am besten mit einem hochfrequenten Rechtecksignal (z.B. 1MHz). Dabei werden mit dem **FOCUS**-Knopf zuerst die ***waagerechten*** Rechtecklinien scharf eingestellt. Dann wird am Astigm.-Pot. die Schärfe der ***senkrechten*** Linien korrigiert. In dieser Reihenfolge wird die Korrektur mehrmals wiederholt. Der Abgleich ist beendet, wenn sich mit dem **FOCUS**-Knopf ***allein*** keine Verbesserung der Schärfe in ***beiden*** Richtungen mehr erzielen läßt. Die letzte Einstellung muß immer am **FOCUS**-Einsteller erfolgen.

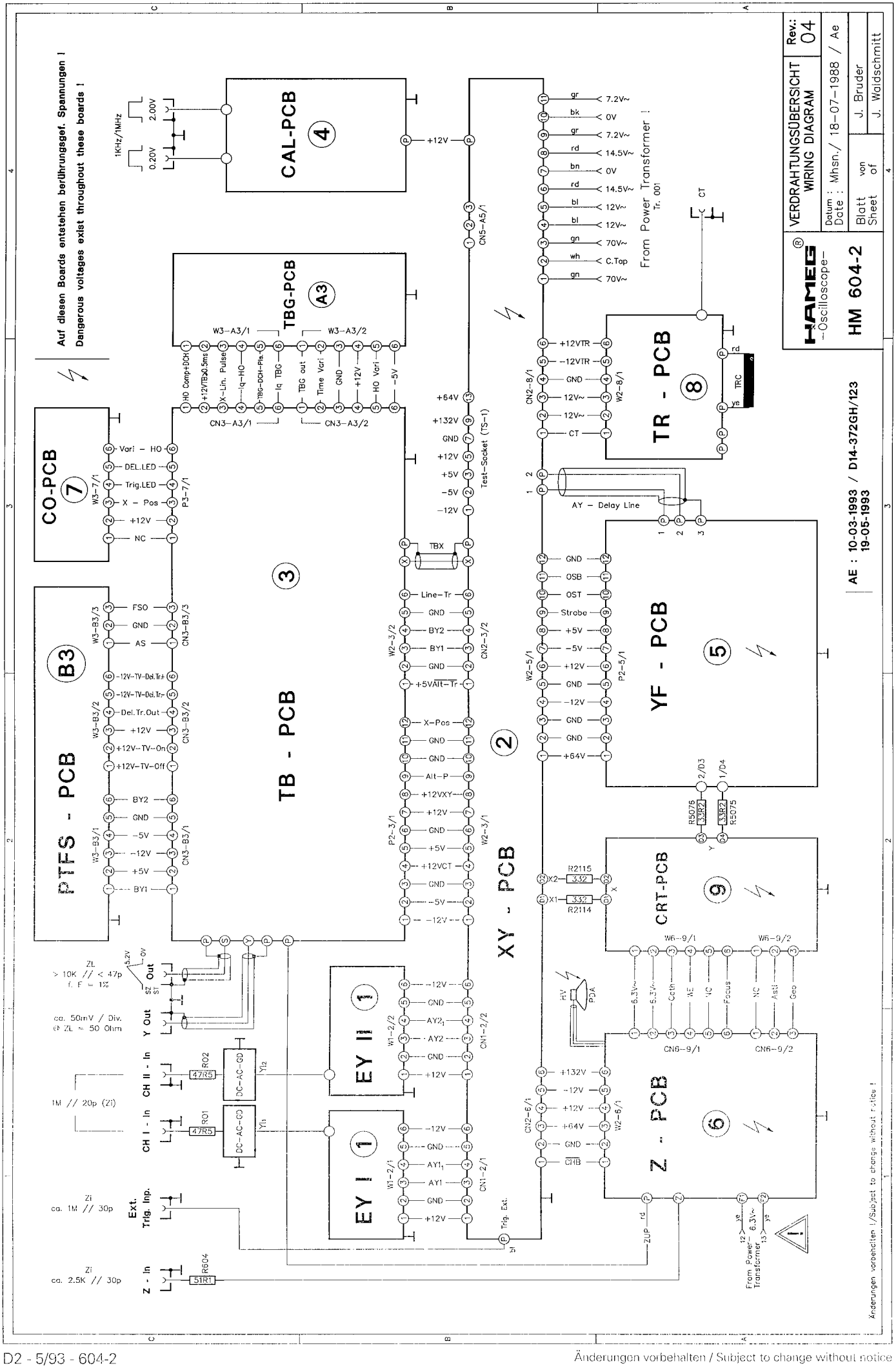
Abgleich

Gemäß vielen Hinweisen in der Bedienungsanleitung, in den Schaltplänen, im Testplan und auf dem ***Abgleichplan*** lassen sich kleine Korrekturen und Abgleicharbeiten zwar ohne weiteres durchführen; es ist aber nicht gerade einfach, einen vollständigen Neuabgleich des Oszilloskops selbst vorzunehmen. Hierzu sind Sachverstand, Erfahrung, Einhaltung einer bestimmten Reihenfolge und mehrere Präzisionsmeßgeräte mit Kabeln und Adaptern erforderlich. Deshalb sollten Potentiometer und Trimmer im Innern des Gerätes nur dann verstellt werden, wenn die dadurch verursachte Änderung an der richtigen Stelle genau gemessen bzw. beurteilt werden kann, nämlich in der passenden Betriebsart, mit optimaler Schalter- und Potentiometer-Einstellung, mit oder ohne Sinus- oder Rechtecksignal entsprechender Frequenz, Amplitude, Anstiegszeit und Tastverhältnis.

Änderungen vorbehalten / Subject to change without notice



Änderungen vorbehalten !/Subject to change without notice !


Auf diesen Boards entstehen berührungsgef. Spannungen !
Dangerous voltages exist throughout these boards !
VERDRAHTUNGSÜBERSICHT
WIRING DIAGRAM
Rev.: 04
Datum : Mhsn./ 18-07-1988 / Ae
Date :
Blatt von
Sheet of
J. Bruder
J. Waldschmitt
HAMEG
-Oscilloscope-
HM 604-2
AE : 10-03-1993 / D14-372GH/123
19-05-1993
From Power Transformer !
Tr. 001
CAL-PCB
TBG-PCB
CO-PCB
PTFS - PCB
TB - PCB
XY - PCB
TR - PCB
YF - PCB
CRT-PCB
EY II
EY I
Z - PCB
Test-Socket (TS-1)
AY - Delay Line
TBX
Ext. Trig. Inp.
Z - In
CH I - In
CH II - In
Y Out
ca. 50mV / Div.
an ZL = 50 Ohm
1M // 20p (Zi)
ca. 1M // 30p
ca. 2.5K // 30p
From Power Transformer
Änderungen vorbehalten / Subject to change without notice !

Bezeichnung der Bauteile

Die elektrischen Bauteile sind so gekennzeichnet, daß die erste Nummer mit der Baugruppen-Nummer übereinstimmt:

Chassis: 0..
Y-Eingang, ext. Triggereingang,
Gerätestecker, Netzschalter, Netztransformator usw.

EY-Board I + II 1..
Eingangsteiler, Y-Vorverstärker (Kanal I + II)

X / Y-Board 2..
Y-Zwischenverstärker, Kanalumschaltungs-Flip-Flop,
Dioden-Schaltlogik, Chopper-Generator, Triggerverstärker,
Niederspannungsversorgung, Testleiste, X-Endverstärker,
Component-Tester

TB-Board 3..
Triggerschaltung, Zeitbasis (passiv), Ablenkverzögerung,
Hold-off Schaltung, Helltastung, TV-Sync.-Separator,
Y-Out Verstärker

Calibrator Board 4..

YF-Board 5..
Y-Endverstärker

Z-Board 6..
Beschaltung der Kathodenstrahlröhre, Rücklaufaustastung,
Hochspannungs-Netzteil

CO-Board 7..
Potentiometer für horizontale Strahllage, Power-LED,
DEL- u. TRIG.-LED, Potentiometer für Hold-off

TR-Board 8..
Potentiometer für Strahldrehung, Spule für Strahldrehung

CRT-Board 9..
CRT-Fassung

TBG-Board A3..
Zeitbasis-Generator (aktiv), Zeitbasis-Trennverstärker

PTFS-Board B3..
"After-Delay"-Trigger, Halbbild-Auswerter

Electrical components on certain parts of the HM604-2 are marked such that the first numeral is on:

Chassis: 0..
Y-Inputs, Trig-ext. input, Appliance inlet,
Power switch, Power transformer

EY-Board I + II 1..
Attenuator and Preamplifier (Channel I + II)

X / Y-Board 2..
Y intermediate amplifiers, Channel selection flip-flop,
Y-Gate driver stages, Chopper generator, Trig. and
ext. Trigger amplifier, Trig. gate driver stages, LV-Power,
Check point strip, Component tester, X-Final amplifier

TB-Board 3..
Trigger circuit, Timebase circuit (passive),
Unblanking circuit, Delay circuit, Hold-off circuit,
TV sync-separator, Y-Out amplifier

Calibrator Board 4..

YF-Board 5..
Y-Final amplifier

Z-Board 6..
CRT-circuit, Unblanking, HV-supply

CO-Board 7..
X-pos. pot., Power LED, DEL- and TRIG.-LED,
Hold-off pot.

TR-Board 8..
Trace rotation pot., Trace rotation coil

CRT-Board 9..
CRT socket

TBG-Board A3..
Timebase generator (active), Timebase buffer amplifier

PTFS-Board B3..
"After-Delay"-trigger (post trigger), Field selector

Abkürzungen / Abbreviations

AI..	Gerätestecker	/	Appliance inlet
C..	Kondensator	/	Capacitor
ChP..	Testpunkt	/	Check point
CN..	Steckverbinder	/	Connector
D..	Brückengleichrichter	/	Bridge rectifier
D..	Diode	/	Diode
D..	Leuchtdiode	/	Light emitting diode
F..	Sicherung	/	Fuse
IC..	Integr. Schaltung	/	Integrated circuit
L..	Spule, Drossel	/	Inductor, coil
P..	Stecker	/	Plug
P..	Lötöse	/	Eyelet
R..	Widerstand	/	Resistor
S..	Schalter	/	Switch
T..	Transistor	/	Transistor
TR..	Transformator	/	Transformer
VC..	Trimmkondensator	/	Variable capacitor
VR..	Trimmwiderstand	/	Variable resistor
W..	Draht	/	Wire
Z/D..	Zenerdiode	/	Z-Diode

Widerstand / Resistor: 0.6W, 1 (2)%,
$T_c = 50 \times 10^{-6}/K$, metal film

Widerstand / Resistor: 0.5W, 0.25%,
$T_c = 50 \times 10^{-6}/K$, metal film

Hochvolt Widerstand / High voltage resistor:
1.6kV-, metal film

Hochvolt Widerstand / High voltage resistor:
3.5kV-, metal film

Identification of electrical Components

Farbkennzeichnung der Anschlußdrähte
Color-Abbreviations for insulated wire

bk	= schwarz	/	black
bn	= braun	/	brown
rd	= rot	/	red
or	= orange	/	orange
ye	= gelb	/	yellow
gn	= grün	/	green
bl	= blau	/	blue
vi	= violett	/	violet
gr	= grau	/	grey
wh	= weiß	/	white
trp	= transparent	/	transparent
gn/ye	= grün-gelb	/	green-yellow stripe

Bauteil bei Bedarf
Component if required

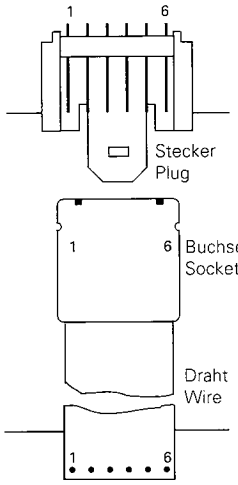
Kühlkürper/ Thermokopplung
Heat sink/thermal coupling

Achtung - Hinweise des Handbuchs berücksichtigen
Attention - Refer to manual

Gefahr - Hochspannung
Danger - High voltage

Schutzleiter - Erdanschluß
Protective ground (earth) terminal

TB-Board 3..
P2-3/1



W2-3/1
X / Y-Board 2..

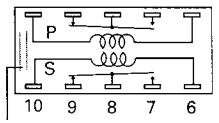
Beispiel Kabelverbindung: P2-3 -⑤ bzw. W2-3 -⑤

P	=	Flachkabelstecker (auf Board ..)
W	=	Flachkabelverbindung: eine Seite verlötet, andere Seite Buchsenleiste
2-3	=	Verbindung zwischen Board 2 und 3
1	=	1. Flachkabelverbindung zwischen Board 2 und 3
⑤	=	Draht-Nummer des Flachkabels

Example cable connection: P2-3 - ⑤ or W2-3 - ⑤ respectively

P	=	Flat cable plug (soldered on Board ..)
W	=	Flat cable wiring (direct soldered on Board) with socket (movable)
2-3	=	Connection between Board 2 and Board 3
1	=	First flat cable connection between Board 2 and 3
⑤	=	Serial number of the wire (in the flat cable)

Relais/AL-D12W-K



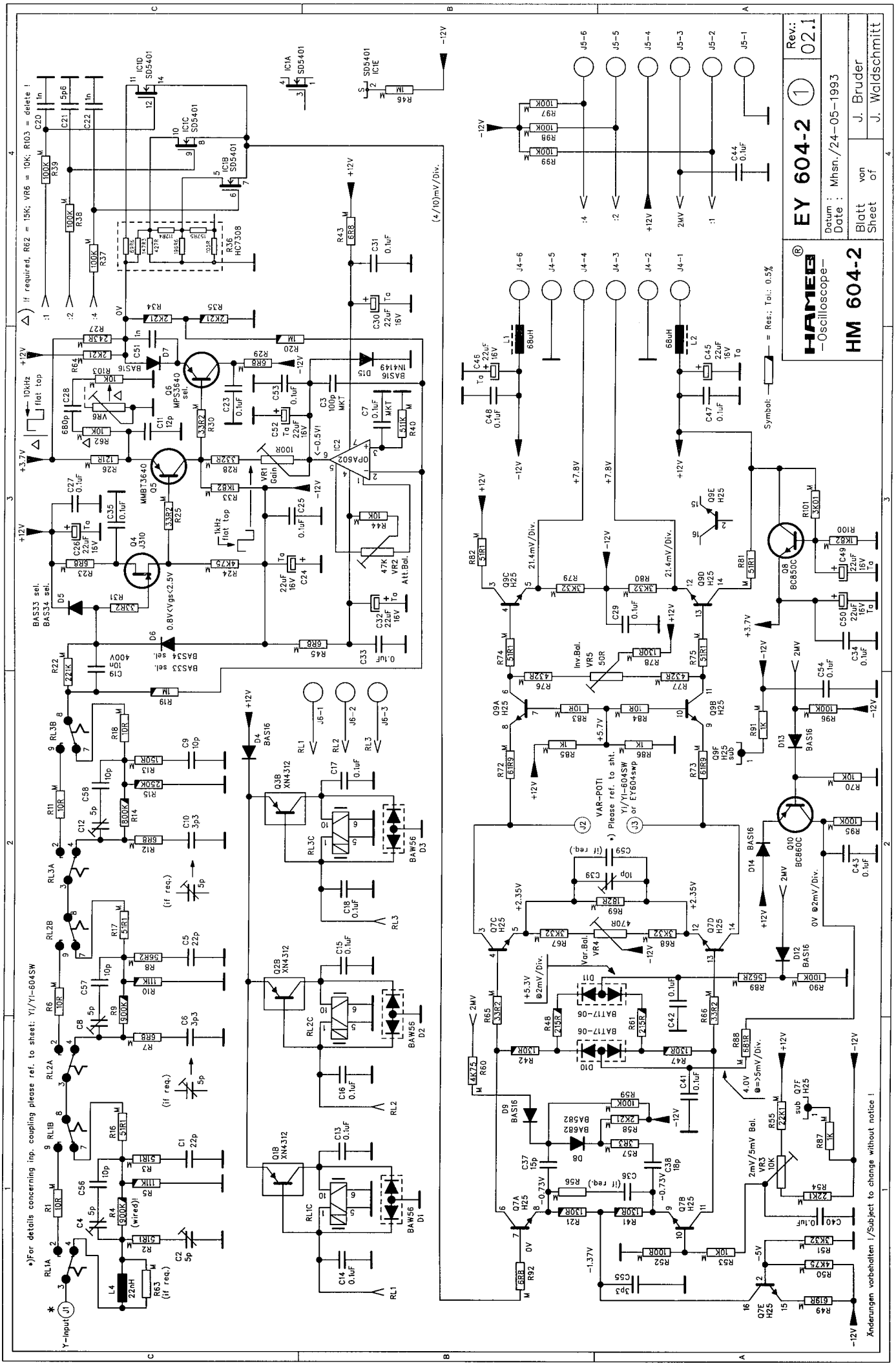
Markierung auf dem Relais
(Ansicht von unten)
Marking on relais (bottom view)

Testleiste
Check strip
(XY-Board)

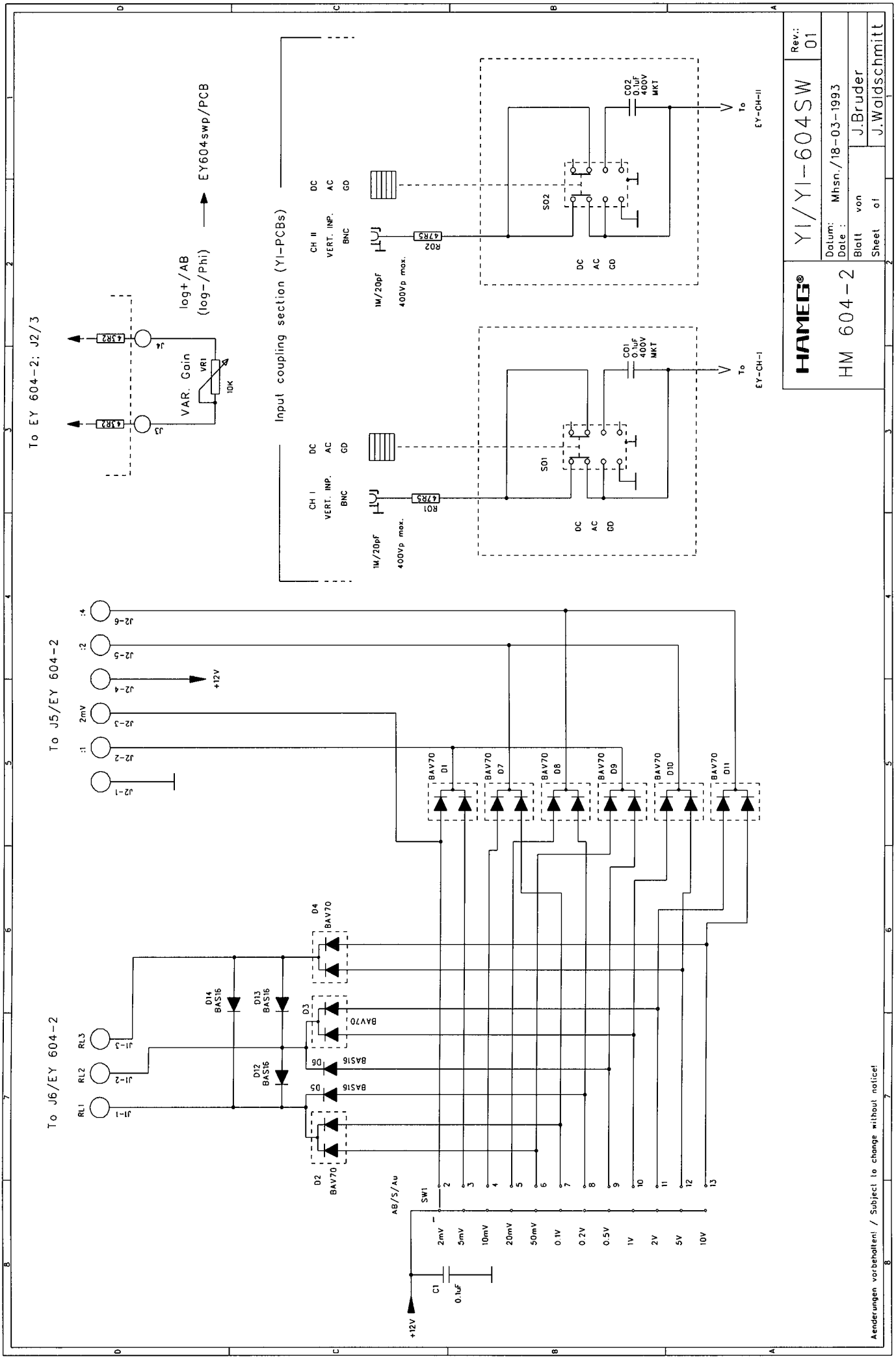
14	●	NC
13	●	+68V (64V)
12	●	NC
11	●	NC
10	●	NC
9	●	+140V (132V)
8	●	NC
7	●	GND
6	●	NC
5	●	+12V
4	●	NC
3	●	+5V
2	●	–5V
1	●	–12V

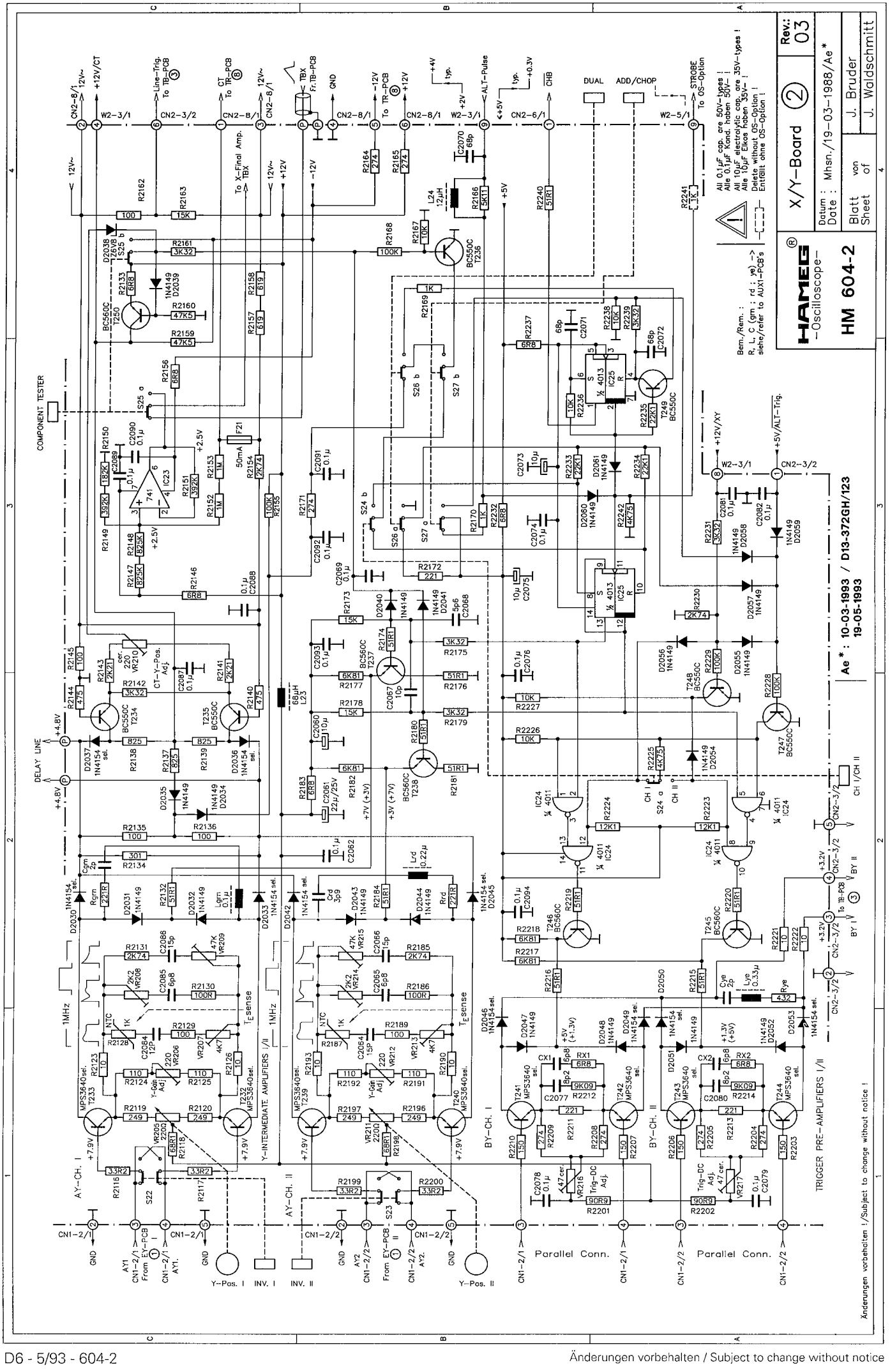
Anschlußfolge der Transistoren Terminals of Transistors	BC550C BC560C BF414 BF506	BF199 BF311 BF959	BF422 BF423	MPS918 MPS3640	FST627 STZ	BF256B-1	J310	BF458 BF472 BD433 BD434 BD675 BD676 BD677 BD681 KSC3502E KSA1381E	BD651	TL431C	BB204G	BAS16	BAV70	BAW56 BAT17-06	BA582	BC850C BC860C MMBT 3640	XN4312
Ansicht von unten Bottom view	E B C	B E C	B C E	C B E	C B E	D S G	G S D	B C E	E C B	C A Ref	A1 K A2	SOT23 SMD	SOT23 SMD	SOT23 SMD	SOD123 SMD	SOT23 SMD	Mini 6-Pin SMD
Ansicht von unten Top view	E B C	B E C	B C E	C B E	C B E	D S G	G S D	E C B	B C E	C A Ref	A1 K A2	A	K A2 A1	A K2 K1	1 2 K A	C B E	NPN 1 PNP

Änderungen vorbehalten / Subject to change without notice

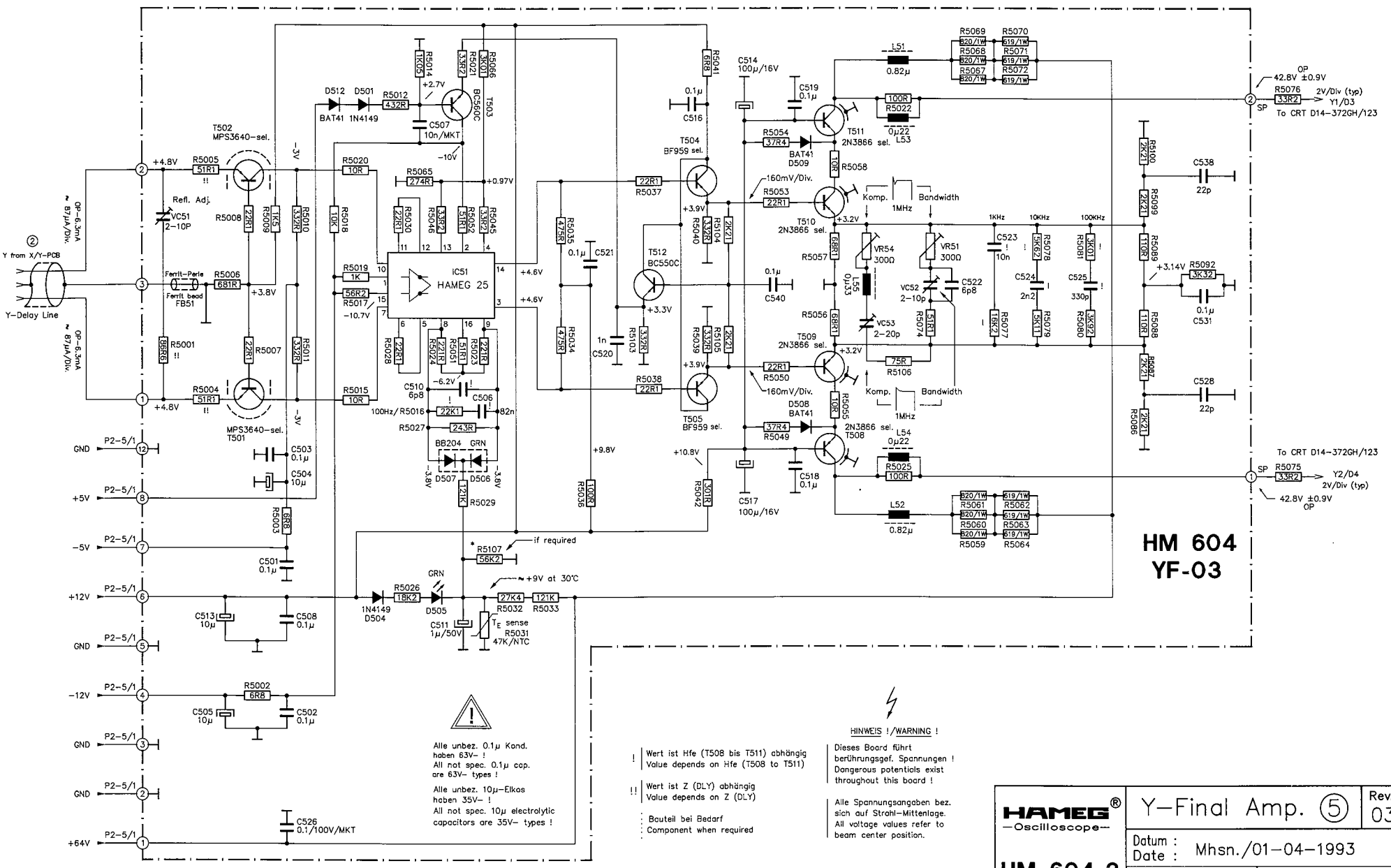


Änderungen vorbehalten / Subject to change without notice


HAMEG®
HM 604-2
YI/YI-604SW
Rev.: 01
Datum: Mhsn./18-03-1993
Date:
Blatt von
Sheet of
J.Bruder
J.Waldschmitt
Änderungen vorbehalten! / Subject to change without notice!
Input coupling section (YI-PCBs)
CH I VERT. INP. BNC
CH II VERT. INP. BNC
DC AC GD
1M/20pF
400Vp max.
R01 47R5
R02 47R5
SO1
SO2
CO1 0.1uF 400V MKT
CO2 0.1uF 400V MKT
To EY-CH-I
To EY-CH-II
log+/AB
(log-/Phi)
EY604swp/PCB
To EY 604-2; J2/3
VAR. Gain
VR1 10K
J4
J3
To J5/EY 604-2
J2-6
J2-5
J2-4
J2-3
J2-2
J2-1
+12V
2mV
To J6/EY 604-2
J1-3
J1-2
J1-1
RL3
RL2
RL1
D1 BAV70
D7 BAV70
D8 BAV70
D9 BAV70
D10 BAV70
D11 BAV70
D4 BAV70
D3 BAV70
D2 BAV70
D5 BAS16
D6 BAS16
D12 BAS16
D13 BAS16
D14 BAS16
AB/S/Au
SW1
2mV
5mV
10mV
20mV
50mV
0.1V
0.2V
0.5V
1V
2V
5V
10V
C1 0.1uF
+12V

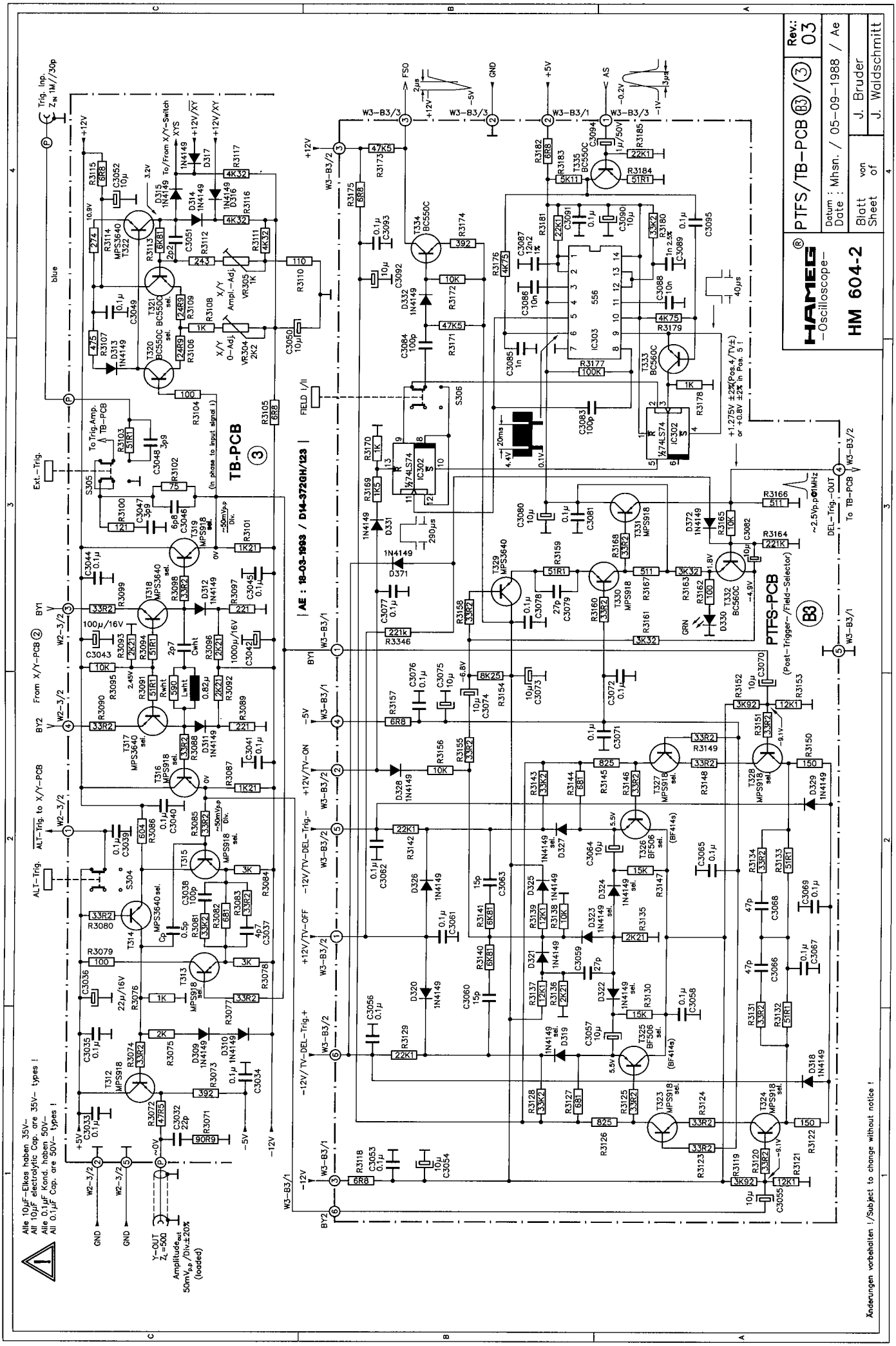


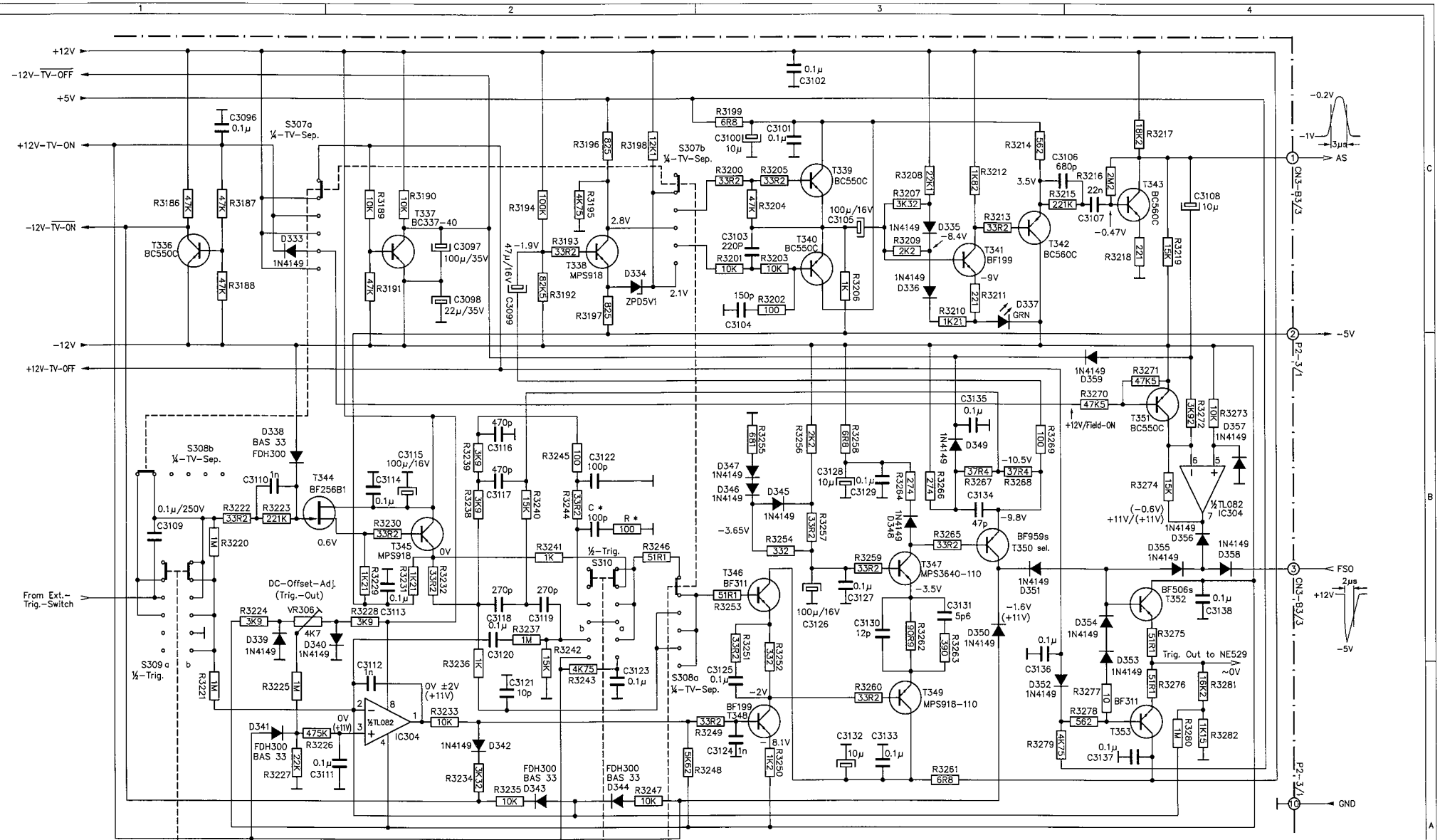
Änderungen vorbehalten / Subject to change without notice

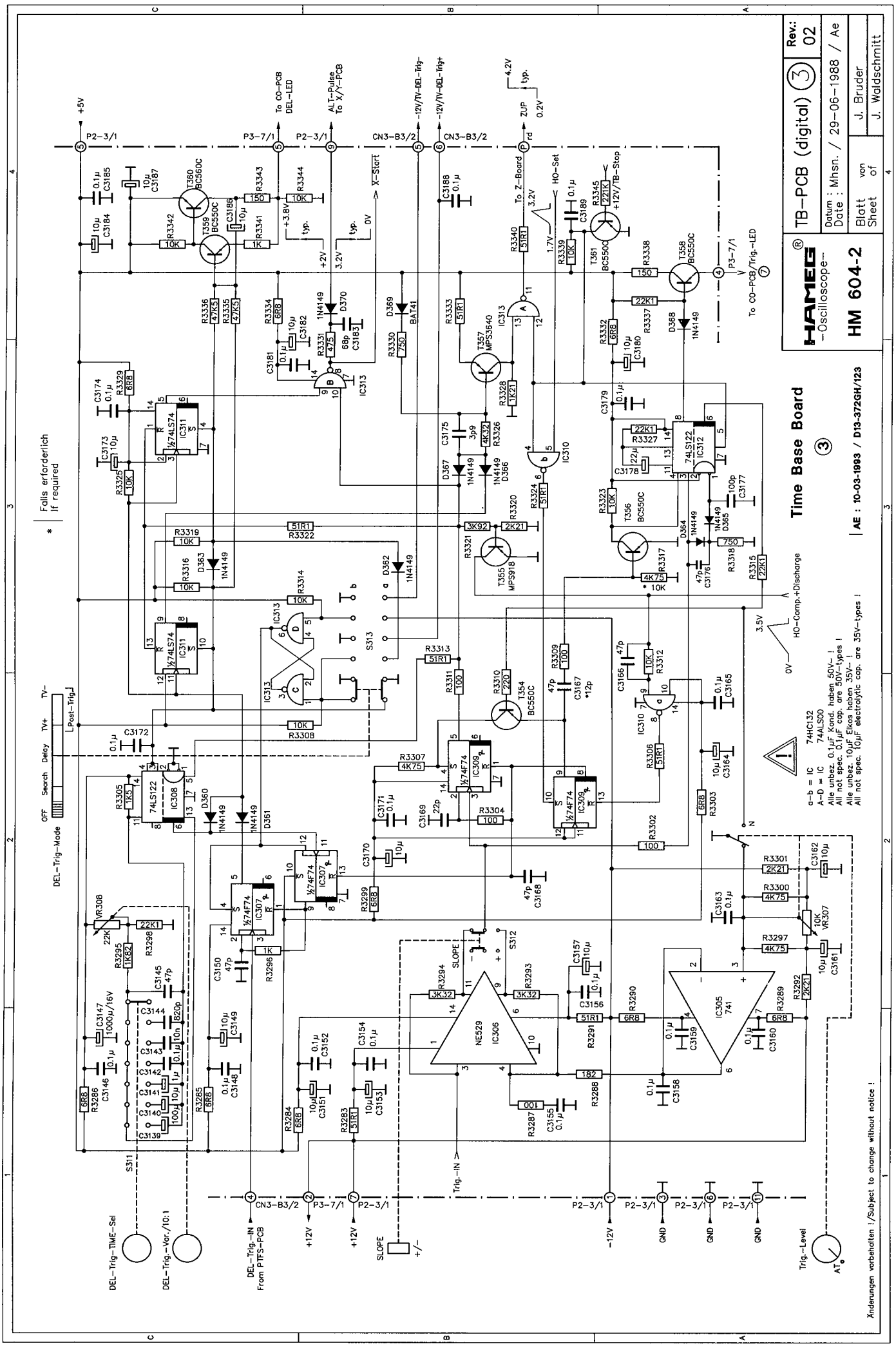


HAMEG® —Oscilloscope—	Y-Final Amp. ⑤	Rev.: 03
HM 604-2	Datum : Date : Mhsn./01-04-1993	
	Blatt Sheet / von of	J. Bruder / J. Waldschmitt

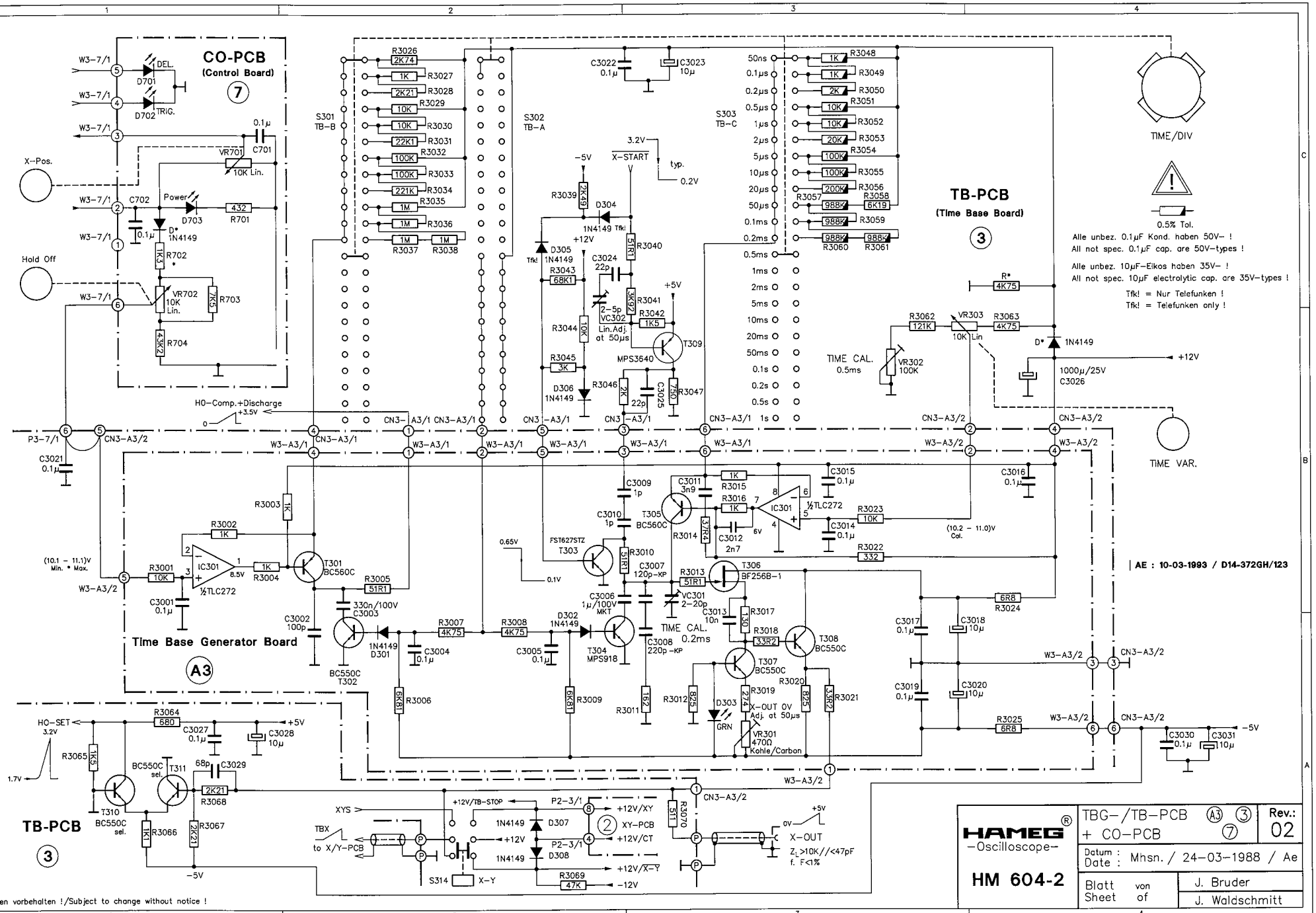
Änderungen vorbehalten ! / Subject to change without notice !

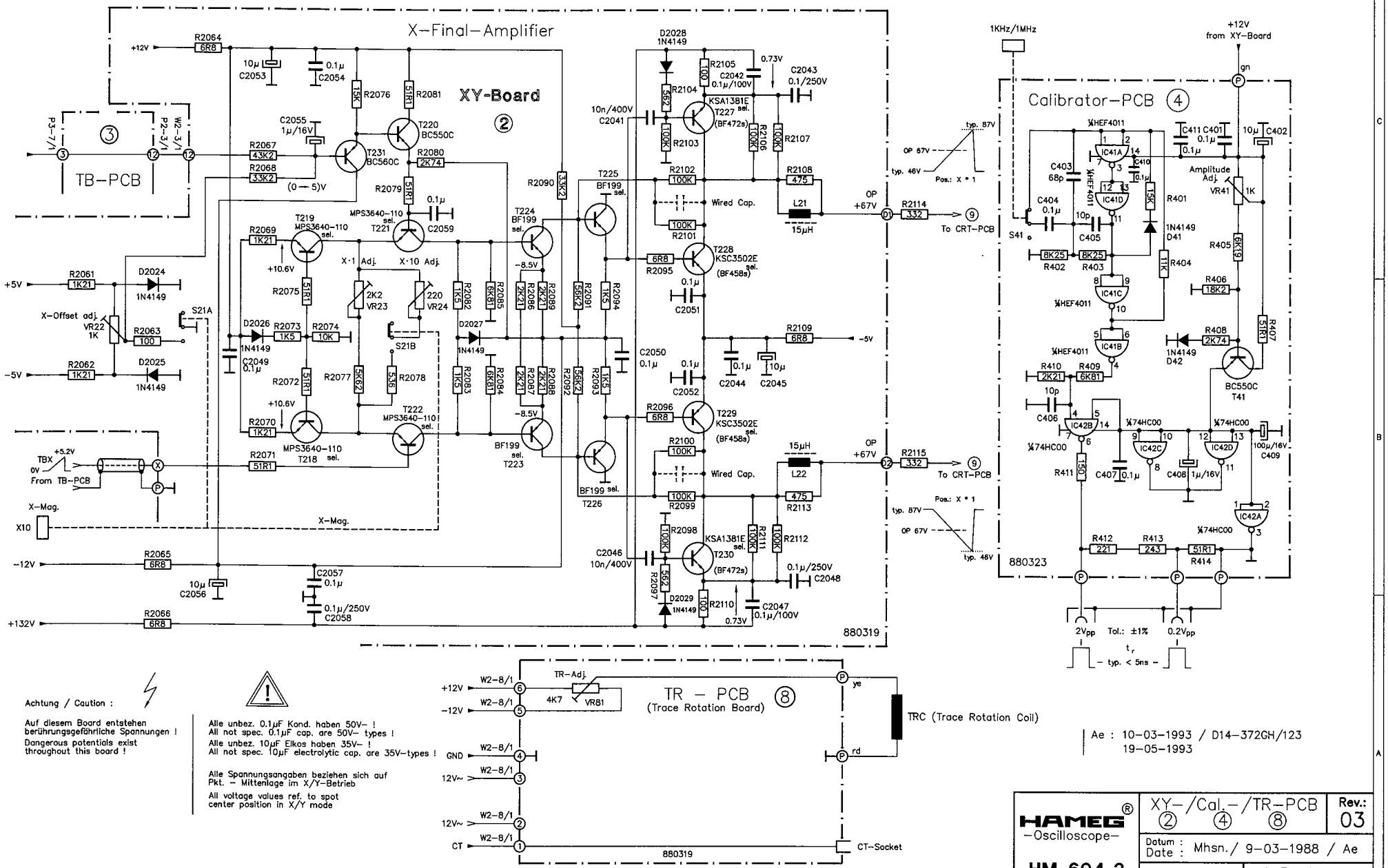

HAMEG
-Oscilloscope-
HM 604-2
PTFS/TB-PCB B3/3
Rev.: 03
Datum : Mhsn. / 05-09-1988 / Ae
Date :
Blatt von
Sheet of
J. Bruder
J. Waldschmitt
TB-PCB
PTFS-PCB
AE : 18-03-1993 / D14-372GH/123
Änderungen vorbehalten ! /Subject to change without notice !


+12V
-12V-TV-OFF
+5V
+12V-TV-ON
-12V-TV-ON
-12V
+12V-TV-OFF
From Ext.-Trig.-Switch
S307a ¼-TV-Sep.
S307b ¼-TV-Sep.
S308b ¼-TV-Sep.
S308a ¼-TV-Sep.
S309 a ½-Trig.
½-Trig. S310
DC-Offset-Adj. (Trig.-Out)
T336 BC550C
T337 BC337-40
T338 MPS918
T339 BC550C
T340 BC550C
T341 BF199
T342 BC560C
T343 BC560C
T344 BF256B1
T345 MPS918
T346 BF311
T347 MPS3640-110
T348 BF199
T349 MPS918-110
T350 sel. BF959s
T351 BC550C
T352 BF506s
T353 BF311
IC304 ½TL082
IC304 ½TL082
D333 1N4149
D334 ZPD5V1
D335 -8.4V
D336 1N4149
D337 GRN
D338 BAS 33 FDH300
D339 1N4149
D340 1N4149
D341 FDH300 BAS 33
D342 1N4149
D343 FDH300 BAS 33
D344 FDH300 BAS 33
D345 1N4149
D346 1N4149
D347 1N4149
D348 1N4149
D349 1N4149
D350 1N4149
D351 1N4149
D352 1N4149
D353 1N4149
D354 1N4149
D355 1N4149
D356 1N4149
D357 1N4149
D358 1N4149
D359 1N4149
VR306 4K7
+12V/Field-ON
-0.2V
-1V
3µs
AS
CN3-B3/3
P2-3/1
-5V
FSO
2µs
+12V
GND
Trig. Out to NE529
~0V
~Line Trigger Input
W2-3/2
AC DC LF HF LINE
Trig.
OFF H+ H- V- V+
TV-Sep.
Time Base Board
③
( ) = TV-ON
Alle unbez. 0.1µF Kond. haben 50V- !
All not spec. 0.1µF cap. are 50V-types !
Alle unbez. 10µF Elkos haben 35V- !
All not spec. 10µF electrolytic cap. are 35V-types !
* Falls erforderlich
If required
Änderungen vorbehalten !/Subject to change without notice !
AE : 10-03-1993 / D14-372GH/123
HAMEG
-Oscilloscope-
HM 604-2
TB-PCB (analog) ③
Rev.: 02
Datum : Mhsn./ 29-06-1988 / Ae
Date :
Blatt von
Sheet of
J. Bruder
J. Waldschmitt

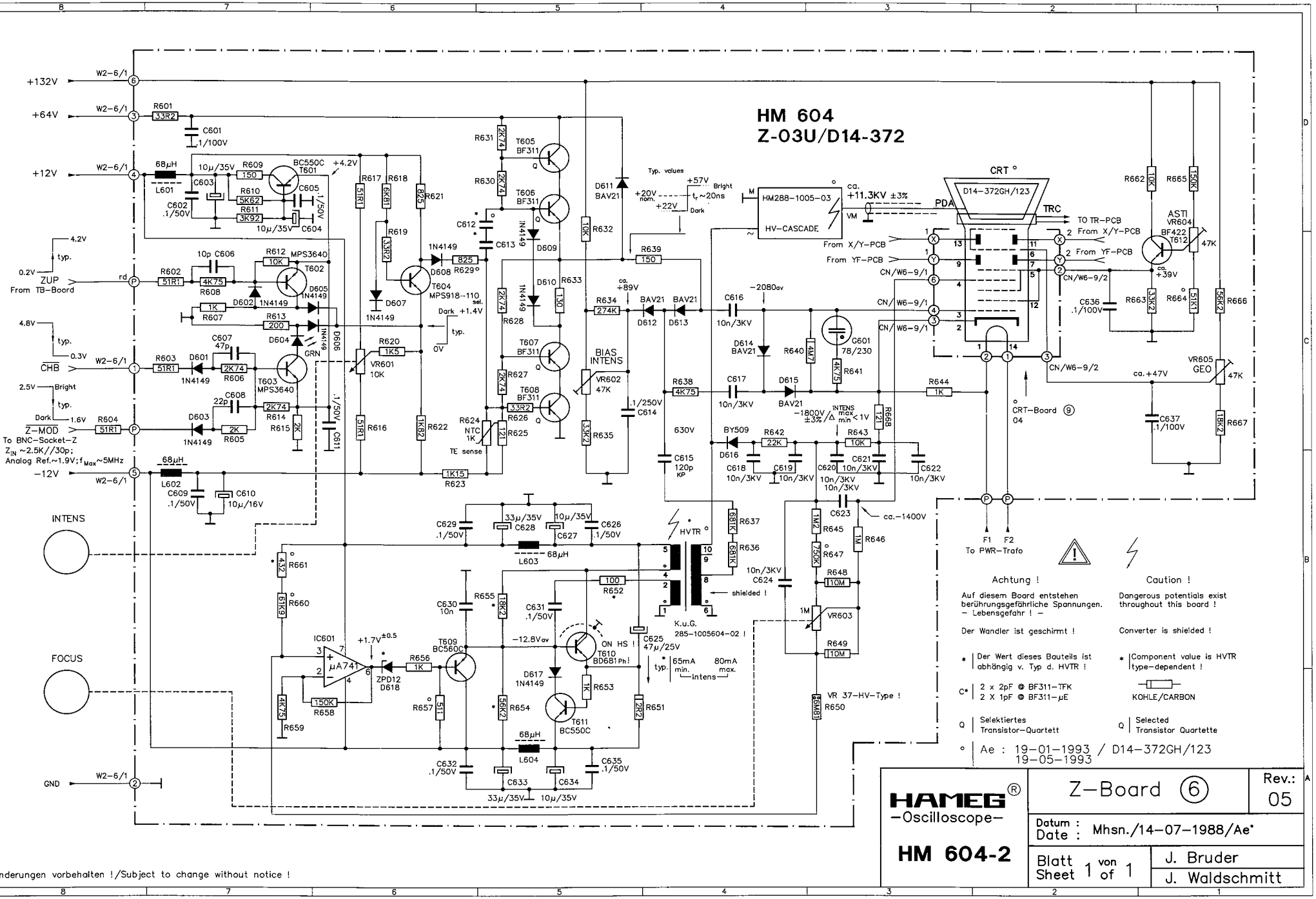


Änderungen vorbehalten / Subject to change without notice


CO-PCB
(Control Board)
7
TB-PCB
(Time Base Board)
3
Time Base Generator Board
A3
TB-PCB
3
TIME/DIV
TIME VAR.
0.5% Tol.
Alle unbez. 0.1µF Kond. haben 50V– !
All not spec. 0.1µF cap. are 50V-types !
Alle unbez. 10µF–Elkos haben 35V– !
All not spec. 10µF electrolytic cap. are 35V-types !
Tfk! = Nur Telefunken !
Tfk! = Telefunken only !
| AE : 10-03-1993 / D14-372GH/123
X–Pos.
Hold Off
Power
DEL.
TRIG.
TIME CAL. 0.5ms
TIME CAL. 0.2ms
X–START
typ. 0.2V
HO–Comp.+Discharge
HO–SET
X–OUT 0V Adj. at 50µs
X–OUT
Z_L>10K//<47pF f. F<1%
XYS
TBX
to X/Y–PCB
S314 X–Y
XY–PCB
(10.1 – 11.1)V Min. • Max.
(10.2 – 11.0)V Cal.
Änderungen vorbehalten !/Subject to change without notice !
HAMEG
–Oscilloscope–
HM 604-2
TBG–/TB–PCB + CO–PCB
Rev.: 02
Datum : Date : Mhsn. / 24–03–1988 / Ae
Blatt Sheet von of
J. Bruder
J. Waldschmitt

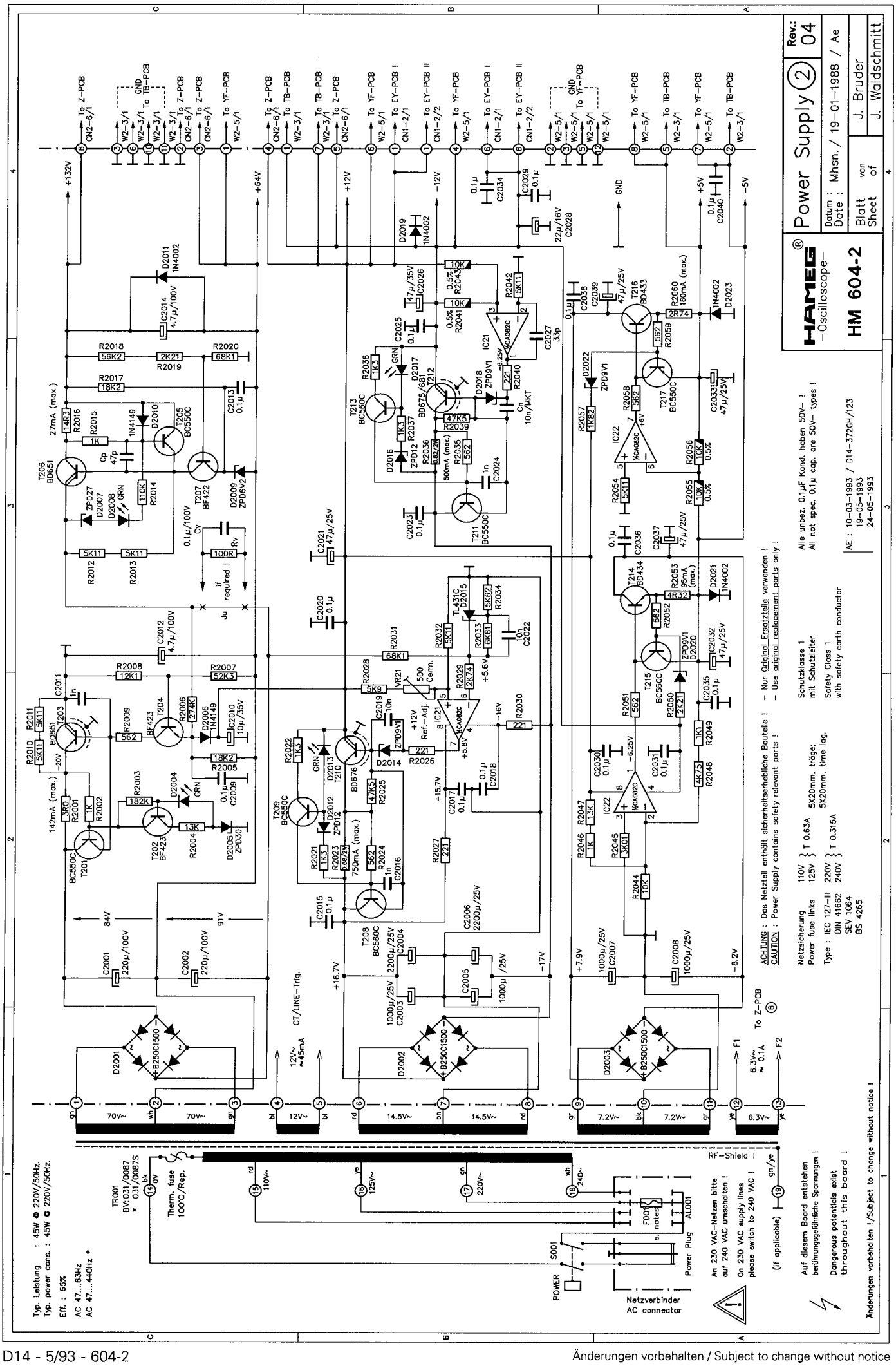


Änderungen vorbehalten / Subject to change without notice

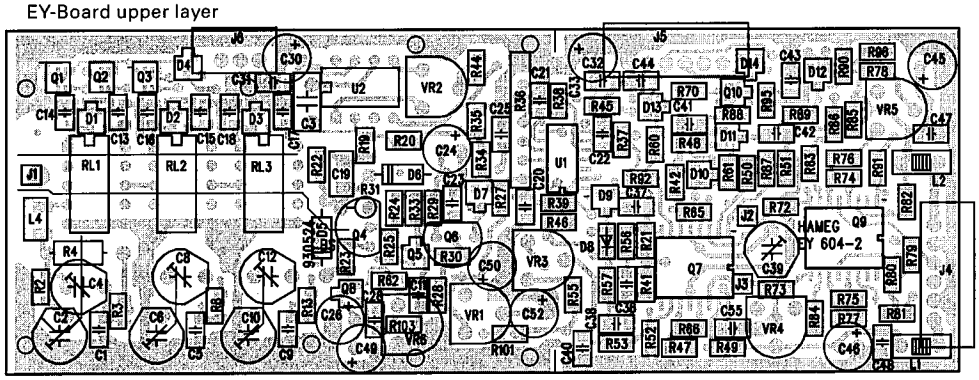


HAMEG® –Oscilloscope– HM 604-2	Z-Board (6)	Rev.: 05
	Datum : Date : Mhsn./14-07-1988/Ae°	
	Blatt Sheet 1 von of 1	J. Bruder J. Waldschmitt

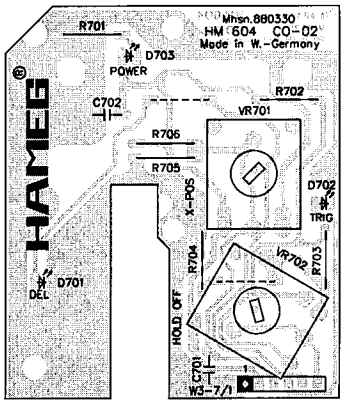
Änderungen vorbehalten !/Subject to change without notice !


HAMEG
–Oscilloscope–
HM 604-2
Power Supply (2)
Rev.: 04
Datum : Mhsn. / 19–01–1988 / Ae
Date :
Blatt von
Sheet of
J. Bruder
J. Waldschmitt
Typ. Leistung : 45W @ 220V/50Hz.
Typ. power cons. : 45W @ 220V/50Hz.
Eff. : 65%
AC 47...63Hz
AC 47...440Hz *
ACHTUNG : Das Netzteil enthält sicherheitserhebliche Bauteile ! – Nur Original Ersatzteile verwenden !
CAUTION : Power Supply contains safety relevant parts ! – Use original replacement parts only !
Schutzklasse 1
mit Schutzleiter
Safety Class 1
with safety earth conductor
Alle unbez. 0.1µF Kond. haben 50V– !
All not spec. 0.1µ cap. are 50V– types !
AE : 10–03–1993 / D14–372GH/123
19–05–1993
24–05–1993
Netzsicherung 110V } T 0.63A 5X20mm, träge;
Power fuse links 125V } T 0.63A 5X20mm, time lag.
Type : IEC 127–III 220V } T 0.315A
DIN 41662 240V } T 0.315A
SEV 1064
BS 4265
Änderungen vorbehalten !/Subject to change without notice !
Auf diesem Board entstehen berührungsgefährliche Spannungen !
Dangerous potentials exist throughout this board !
An 230 VAC–Netzen bitte auf 240 VAC umschalten !
On 230 VAC supply lines please switch to 240 VAC !
Netzverbinder
AC connector
Power Plug
POWER
S001
TR001
Therm. fuse 100°C/Rep.
RF–Shield !
To Z–PCB
To TB–PCB
To YF–PCB
To EY–PCB I
To EY–PCB II
CT/LINE–Trig.
+132V
+64V
+12V
–12V
+5V
–5V
GND
+16.7V
–17V
+7.9V
–8.2V
84V
91V
–20V
–6.25V
+5.6V
–16V
+15.7V
+5.8V
+12V Ref.–Adj.
12V~ ≈45mA
6.3V~ 0.1A
70V~
14.5V~
7.2V~
6.3V~

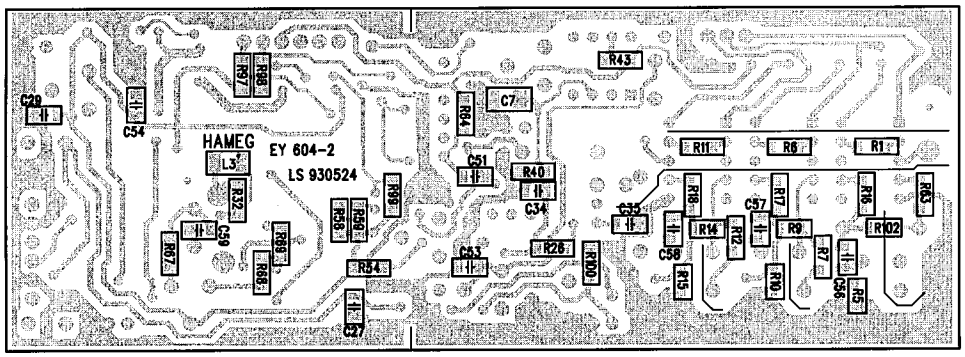
EY-Board upper layer



CO-02 Board

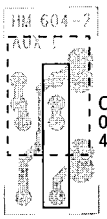


EY-Board lower layer



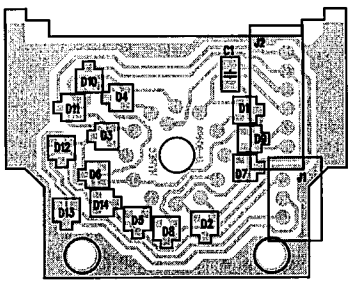
YI-Board (AC/DC/GD)

S01 / S02

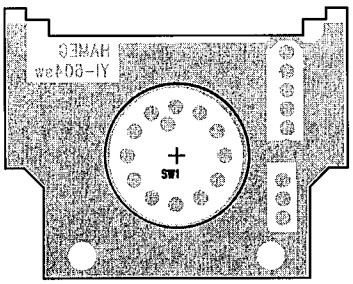


C01 / C02
0.1µF
400V

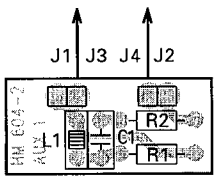
YI-SW Board Component side



YI-SW Board Soldering side



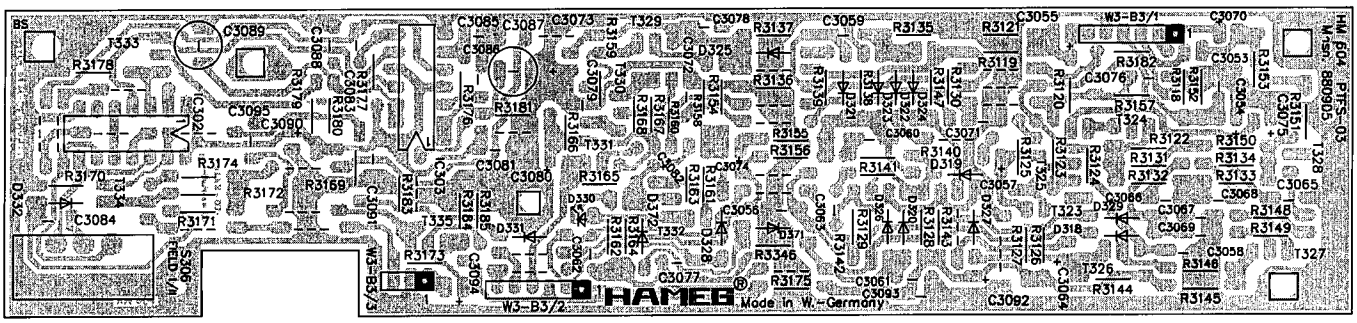
TB - AUX - Board /wht
X/Y - AUX-Boards /gn/rd/ye



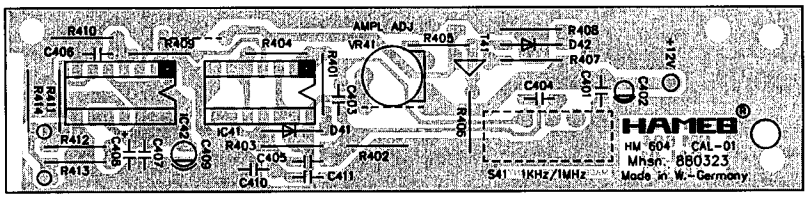
Weitere Einzelheiten, siehe TB- oder X/Y- Schaltschema.

For further details, please refer to TB- or X/Y circuit diagram.

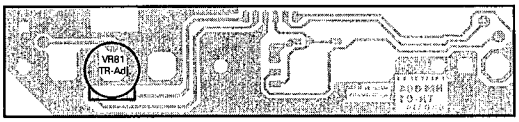
PTFS-03 Board Component side

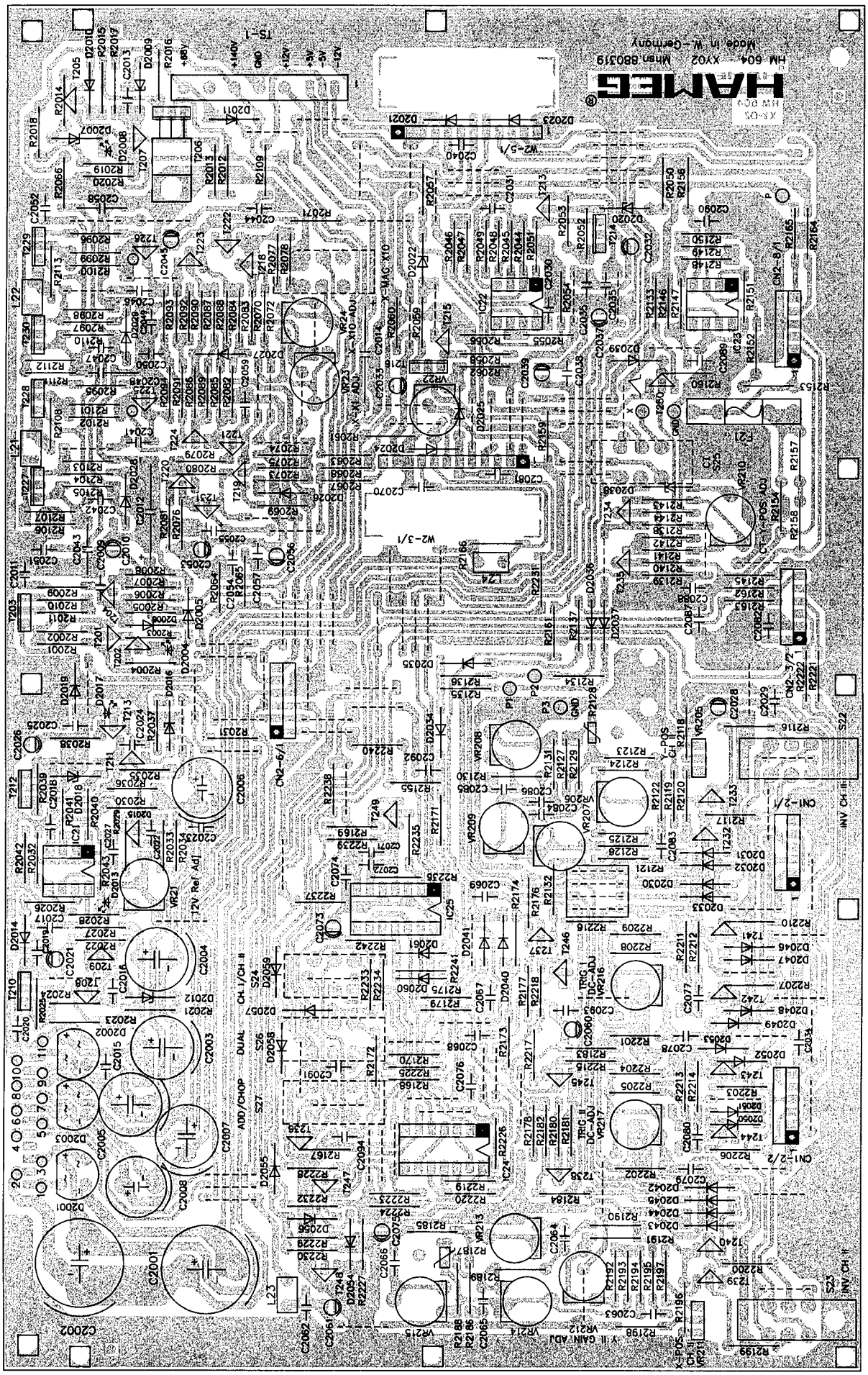


Calibrator-Board

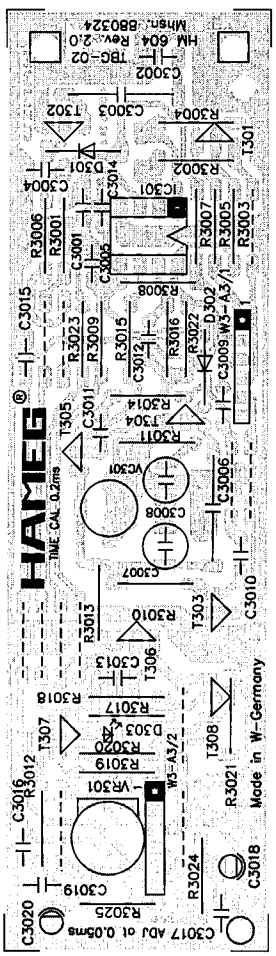


TR-Board

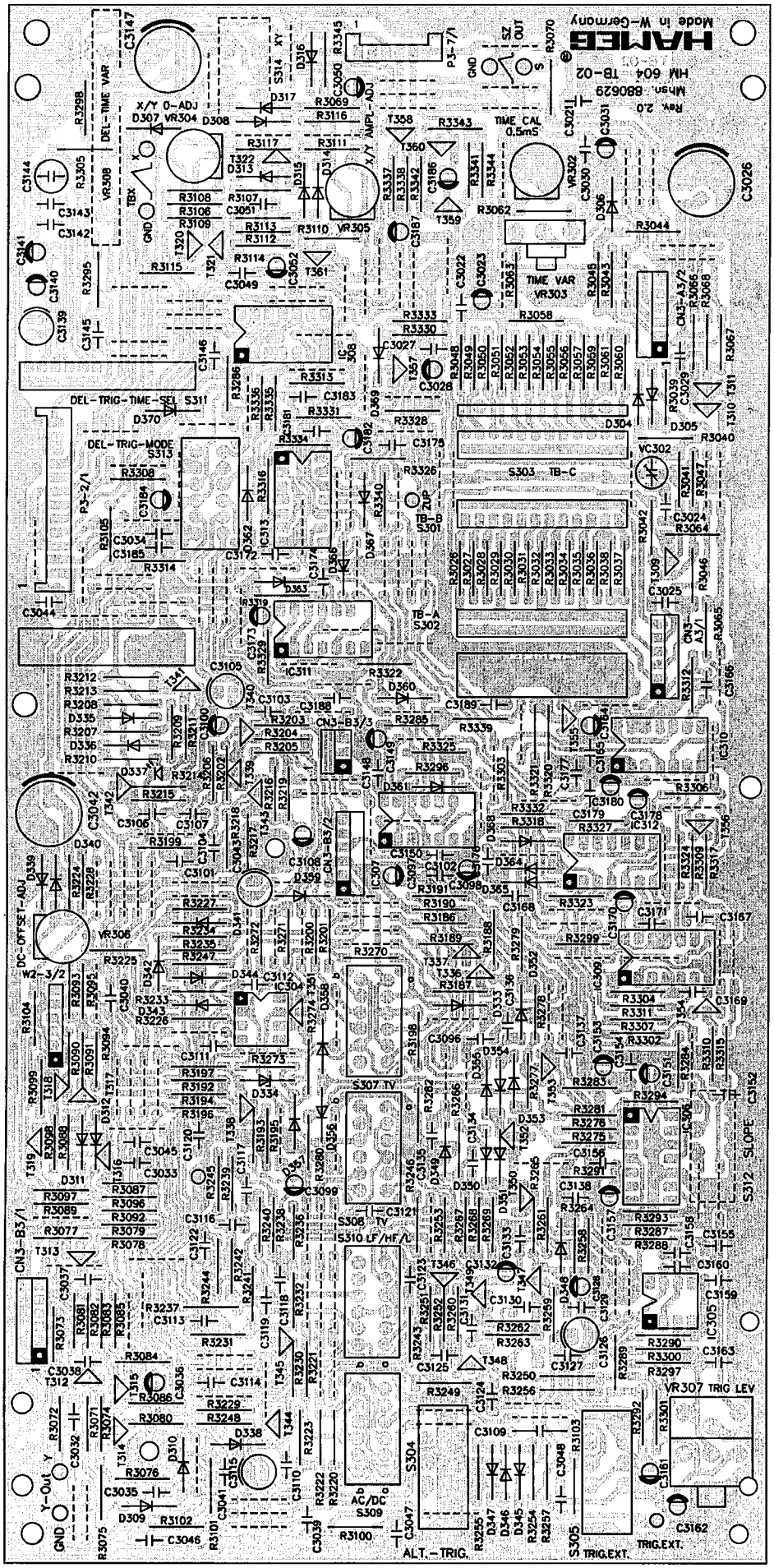




Änderungen vorbehalten / Subject to change without notice

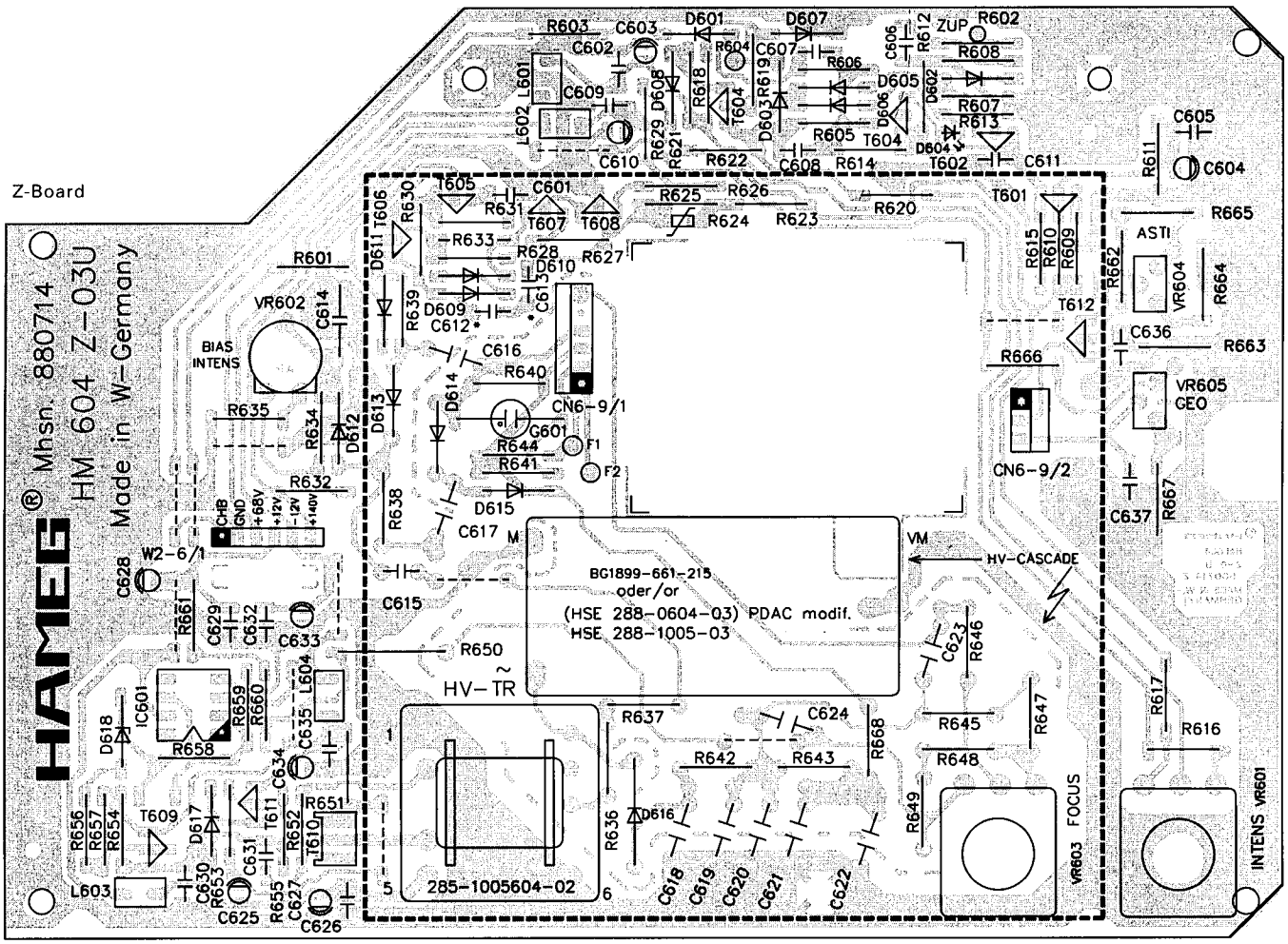


TBG-02 Board

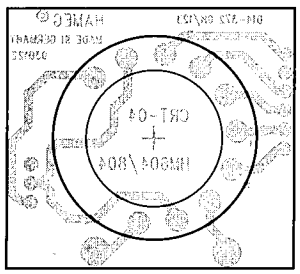


TB-2 Board

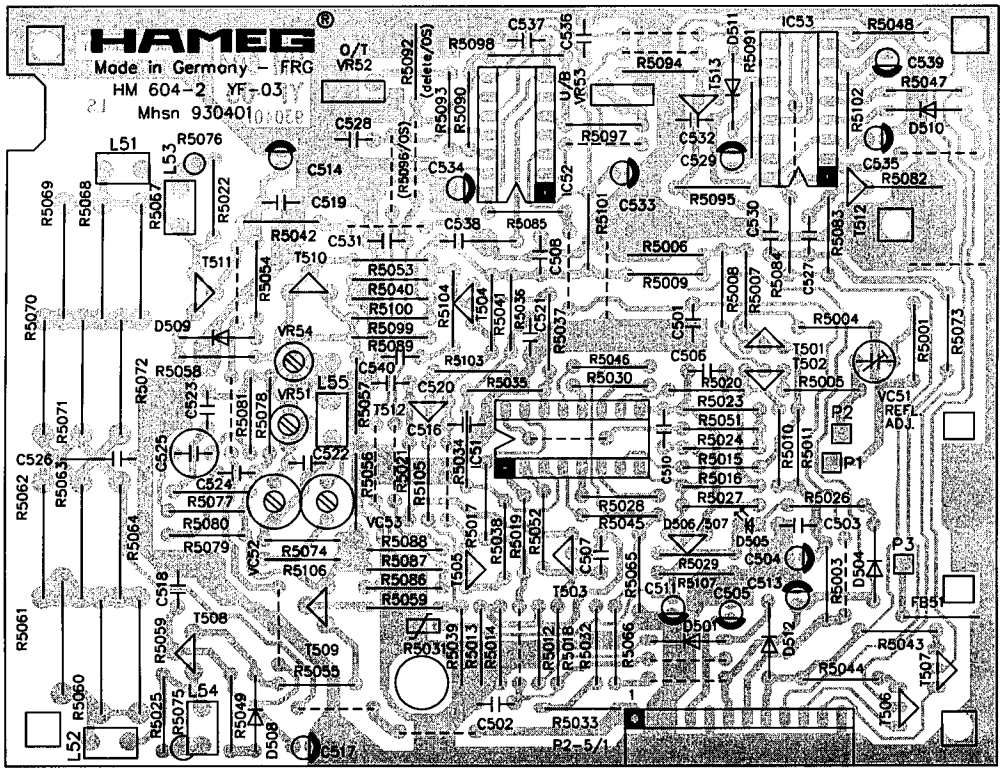
Z-Board



CRT-Board



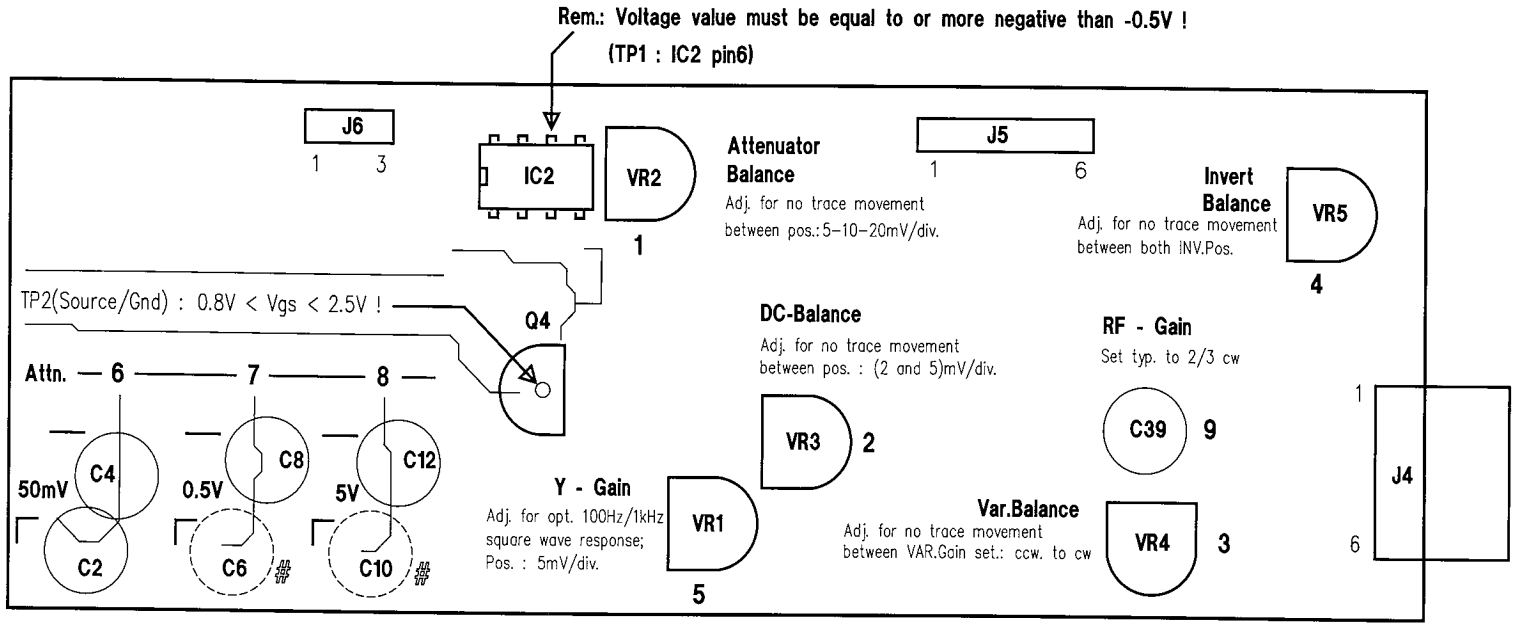
YF-Board



Änderungen vorbehalten / Subject to change without notice

Änderungen vorbehalten / Subject to change without notice

* Adjustment locations; HM 604-2 ; EY 604-2 *



Attenuator settings:

Symbol: —— = Adj. for flat square wave response (C4/C8/C12)

Symbol: ⌐ = Adj. for best step-function response (C2/C6/C10)

Symbol: # = if required

Rem.:

a) Square wave testgen. (50 Ohm) : fo = 5 or 10 kHz ; tr approx. 100ns ; 4 div. ampl./Y-setting

b) Input coupling pos. to DC ; 2:1 (1M) feed-through attenuator plugged-on

Procedure of adjustment :

Step 1 : VR2
Step 2 : VR3
Step 3 : VR4
Step 4 : VR5
Step 5 : VR1
Step 6 : Y-pos.50mV/div.- C4;C2 and reversed
Step 7 : Y-pos.0.5V/div.- C8;C6 and reversed
Step 8 : Y-pos.5V/div.- C12;C10 and reversed
Step 9 : Set C39 for approx. 88 MHz tot. bandwidth

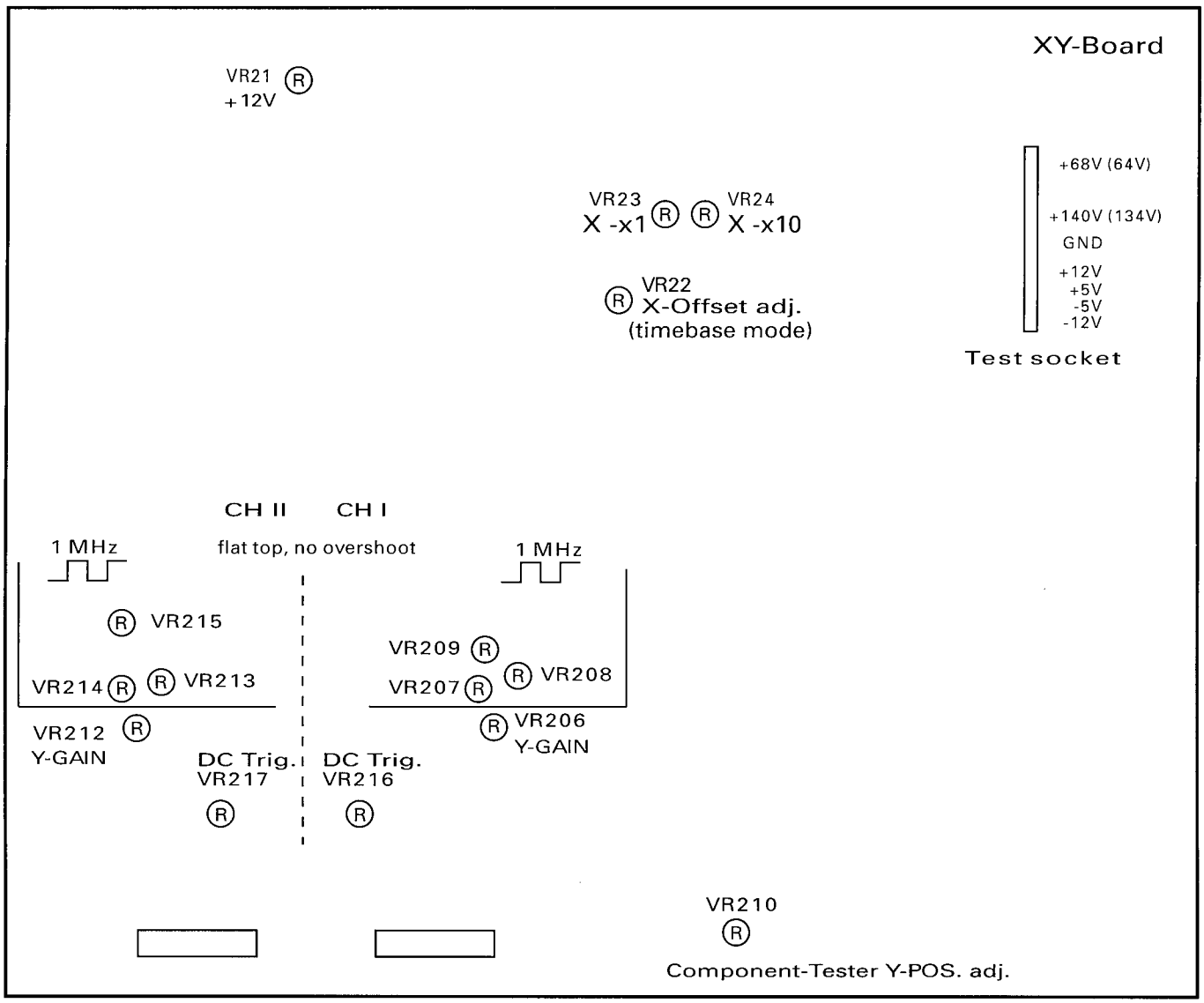
Rem.:

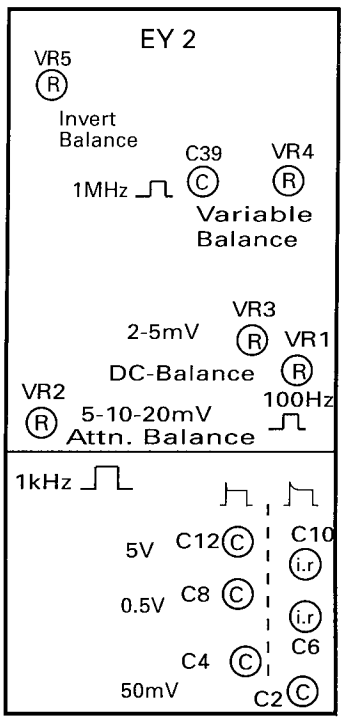
For steps 1 to 4 set input coupling switch to GD

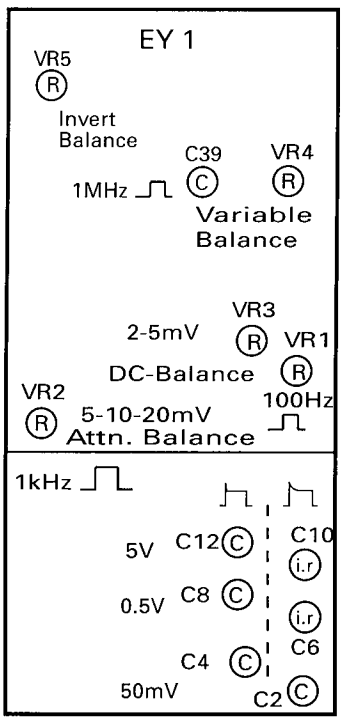
Note : cw ≙ clockwise
ccw ≙ counterclockwise

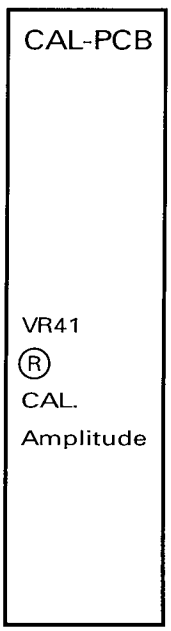
Änderungen vorbehalten !/Subject to change without notice !

HAMEG® —Oscilloscope— HM 604-2	EY 604-2 PCB	Rev.: 02
	Datum : Date : Mhsn./19-07-1993	
	Blatt Sheet von of	J. Bruder / J. Waldschmitt

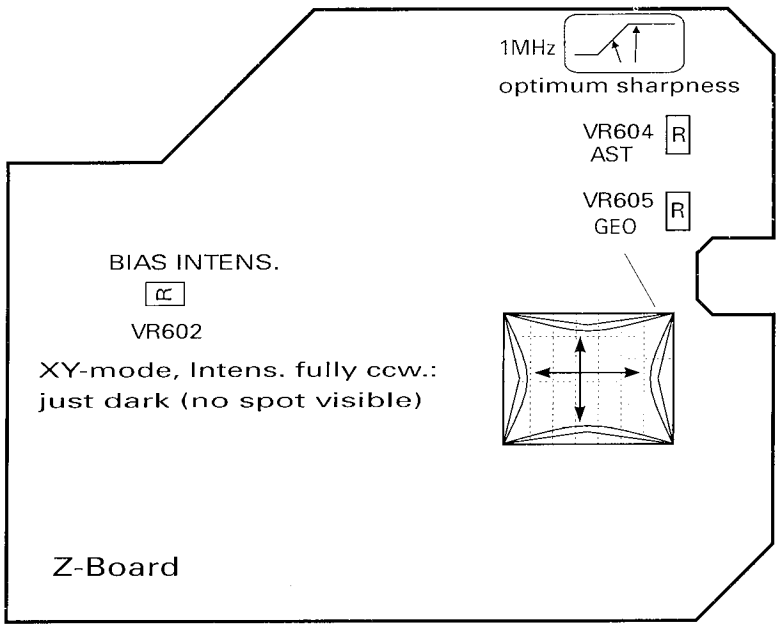


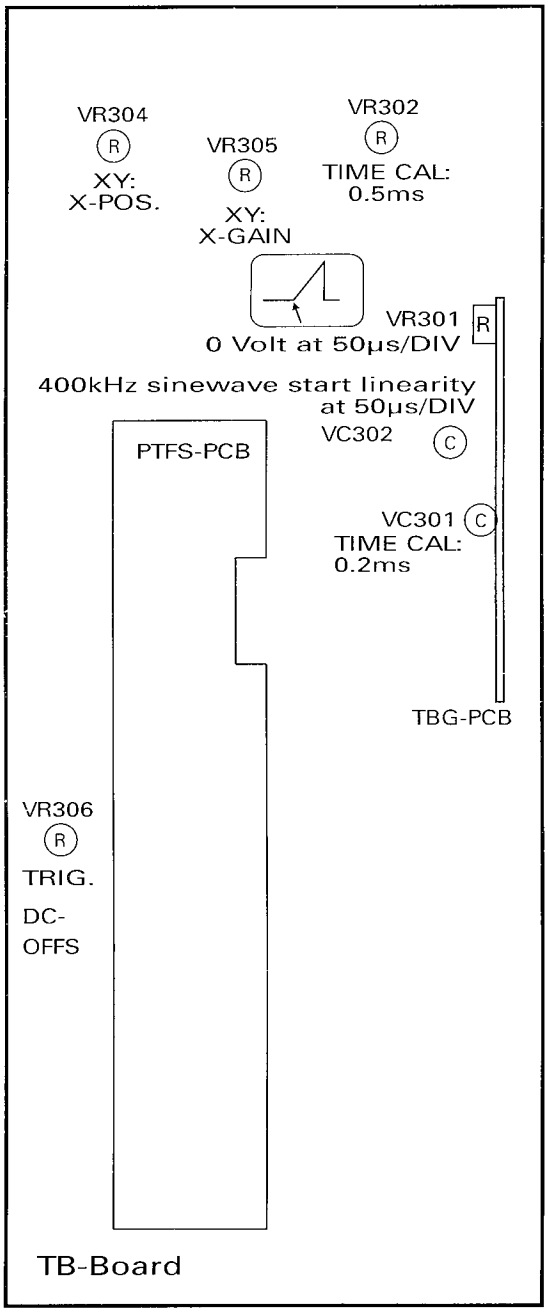


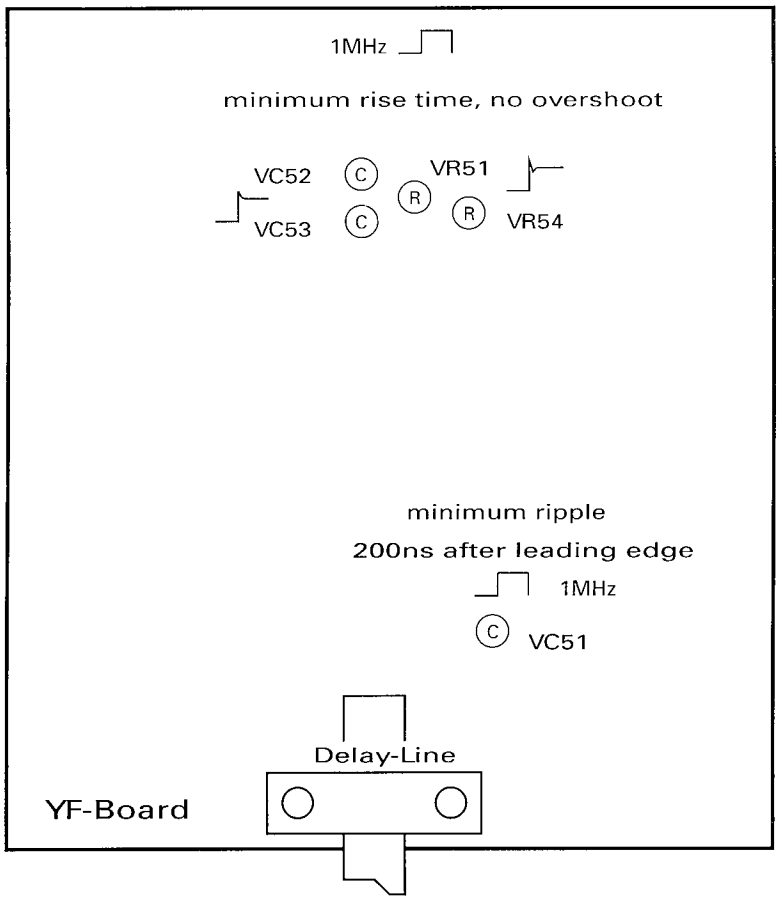




Änderungen vorbehalten / Subject to change without notice


1MHz
optimum sharpness
VR604 AST R
VR605 GEO R
BIAS INTENS.
R
VR602
XY-mode, Intens. fully ccw.:
just dark (no spot visible)
Z-Board


VR304 R
XY: X-POS.
VR305 R
XY: X-GAIN
VR302 R
TIME CAL: 0.5ms
VR301 R
0 Volt at 50µs/DIV
400kHz sinewave start linearity at 50µs/DIV
VC302 C
PTFS-PCB
VC301 C
TIME CAL: 0.2ms
TBG-PCB
VR306 R
TRIG.
DC-OFFS
TB-Board


1MHz
minimum rise time, no overshoot
VC52 C
VC53 C
R
VR51
R
VR54
minimum ripple
200ns after leading edge
1MHz
C VC51
Delay-Line
YF-Board

HAMEG®
Instruments

Oscilloscopes

Multimeters

Counters

Frequency Synthesizers

Generators

R- and LC-Meters

Spectrum Analyzers

Power Supplies

Curve Tracers

Time Standards

HM604-2

HAMEG GmbH
Industriestraße 6
D-63533 Mainhausen
Telefon: +49 (0) 6182 / 800-0
Telefax: +49 (0) 6182 / 800-100
E-mail: sales@hameg.de
service@hameg.de

Internet:
www.hameg.de

Printed in Germany